



Belichting bij komkommer

Onderzoek 2002-2003

Jan Janse, René van Paassen en Boris Berkhout

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Dit project is gefinancierd door:



Projectnummer: 417.04355

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 – 63 67 77
Fax : 0174 – 63 68 35
E-mail : customerserviceglass.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	5
2 MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1 Proefopzet	6
2.2 Overige proefgegevens	6
2.3 Waarnemingen.....	7
2.4 Omrekening licht.....	8
3 RESULTATEN	9
3.1 Eerste teelt	9
3.1.1 Verloop teelt.....	9
3.1.2 Productie en kwaliteit	10
3.1.3 Stralingssom en productie.....	16
3.2 Tweede teelt	18
3.2.1 Verloop teelt.....	18
3.2.2 Productie en kwaliteit	19
3.2.3 Stralingssom en productie.....	26
3.3 Economische berekening belichting.....	28
3.3.1 Uitgangspunten	28
3.3.2 Kostprijs	28
3.3.3 Energieverbruik en energie-efficiency.....	30
4 DISCUSSIE	32
5 CONCLUSIES.....	36
LITERATUUR.....	37
BIJLAGEN	

Samenvatting

In het seizoen 2002-2003 is door het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving in Naaldwijk een belichtingsonderzoek bij komkommers uitgevoerd. Bij een traditioneel teeltsysteem stonden er twee achtereenvolgende komkommerteelten bij een belichtingsintensiteit van 10 en 15 kLux. Per belichtingsintensiteit zijn er combinaties gemaakt van twee rassen met twee plantdichtheden en twee plantbelastingen. De eerste teelt is begin oktober gestart en de tweede teelt begin januari en duurde tot half april. De belichtingsduur was maximaal 20 uur per dag.

In de proefperiode is er in totaal over beide teelten bijna 2750 uur belicht. In de eerste en tweede teelt komt dit uit op een belichtingsduur per dag van respectievelijk 14,6 en 13,7 uur. De gemiddelde stralingssom per dag van het natuur- en lamplicht komt daardoor in de eerste teeltperiode bij 10 en 15 kLux uit op respectievelijk 790 en 1020 J/cm² en in de tweede teeltperiode op respectievelijk 1210 en 1410 J/cm². Dit is te vergelijken met een stralingssom respectievelijk begin en eind maart en begin en half april. Vooral in de tweede belichte teelt zijn hoge kastemperaturen aangehouden, waarbij de gerealiseerde temperatuur in beide teelten bij 15 kLux gemiddeld respectievelijk 0,7 en 0,4°C hoger ligt dan bij 10 kLux. Dankzij de warmte van de lampen is bij 15 kLux voor de verwarming 30% minder gas benodigd. De gewas- en vruchtontwikkeling verloopt sneller bij een hogere belichtingsintensiteit.

In de eerste teelt is er een zeer hardnekkige aantasting van echte meeldauw. De aantasting is erger naarmate de belichtingsintensiteit toeneemt. Mede door deze ziekte is de gewasgroei gering en valt de productie in december terug. Vooral door het gebruik van meeldauwresistente rassen vormt meeldauw in de tweede teelt geen probleem. Bij een hogere belichtingsintensiteit zijn planten gevoeliger voor Botrytis.

De productie per oogstweek bij de combinatie van optimale behandelingen is in de eerste teelt bij 10 en 15 kLux respectievelijk ruim 5 en 6 vruchten/m² ofwel 1,9 en 2,4 kg/m². In de tweede teelt is deze respectievelijk bijna 7 en ruim 8 vruchten/m² ofwel 2,6 en 3,3 kg/m². In totaal zijn er over beide teelten bij de beste behandelingen bij 10 en 15 kLux respectievelijk ruim 121 en 142 vruchten/m² of respectievelijk 50 en 63 kg/m² geoogst. De eerste teelt zou nog verder kunnen worden geoptimaliseerd, waarbij een productieverhoging van 20% of meer mogelijk moet zijn. In de januariplanting is de productie bij 15 kLux anderhalf tot twee keer zo hoog als wat in de praktijk in een onbelichte teelt wordt gerealiseerd. Een hogere lichtintensiteit geeft zwaardere vruchten. Aan het einde van de eerste en tweede teelt geeft 1% meer licht (natuur + lamp) respectievelijk 1 en 1,6% meer productie. Bij 15 kLux is er per kilo komkommers 4130 J benodigd.

Totaal over beide teelten komt de kostprijs bij de combinatie van de beste behandelingen bij 10 en 15 kLux uit op respectievelijk € 1,12 en € 1,10. Hierbij is rekening gehouden met een 20% hogere productie in de eerste teelt dan gerealiseerd in de proef. De berekende kostprijzen zijn voor de situatie met 50% stroomopwekking via de WKK. Bij 100% stroomopwekking via de WKK liggen de kostprijzen 7 à 10 eurocent hoger. Bij de berekening is ervan uitgegaan dat alle kosten voor lampen en WKK in deze periode worden gemaakt.

Ook in de situatie dat het warmteoverschot in bijvoorbeeld een onbelichte kas nuttig kan worden gebruikt, stijgt bij een hogere belichtingsintensiteit het energieverbruik en daalt dus de energie-efficiëntie per kilo product.

De verschillen tussen de rassen in productie en kwaliteit zijn niet groot. Mystica in de eerste teelt en Phoenix in de tweede teelt leveren de zwaarste vruchten.

Nauwer planten levert bij eenzelfde kwaliteitsniveau meer productie op. Per 1% hogere plantdichtheid is de meerproductie rond de 0,5%, wat de kostprijs verlaagt. Aan het eind van zowel de eerste als tweede teelt, betekent vijf stamvruchten meer aanhouden een productieverhoging van drie vruchten/m² en een lagere kostprijs bij dezelfde kwaliteit.

1 Inleiding

In Nederland worden er in de wintermaanden normaal gesproken geen komkommers geproduceerd. In deze periode is er namelijk voor een goede groei, productie en kwaliteit te weinig licht. In de wintermaanden neemt Spanje een belangrijk deel van de afzet voor zijn rekening. De betrouwbaarheid van dit product is echter niet optimaal. De afzet aan handelsbedrijven en grootwinkelketens zou gebaat zijn bij continue levering van een kwalitatief goed product. Via belichting is het in principe ook in Nederland mogelijk om in de wintermaanden een productie te realiseren. In Finland wordt inmiddels circa een derde (25 hectare) van het komkommerareaal belicht (Disco, 2003). De omstandigheden in Finland zijn echter duidelijk anders dan in Nederland. In Finland heeft men te maken met een min of meer beschermde markt met een relatief hoge komkommerprijs. In de wintermaanden is er in Finland nog minder licht en de elektriciteitsprijs was in ieder geval tot voor kort niet zo hoog dan in Nederland.

Het zou interessant zijn om onder Nederlandse de mogelijkheden van belichting bij komkommers na te gaan.

In een onderzoek uitgevoerd op het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO Glastuinbouw) zijn de mogelijkheden van belichting nader onderzocht. In de periode van oktober 2002 tot half april 2003 zijn er bij komkommers twee opeenvolgende teelten met belichting uitgevoerd. Daarnaast is op basis van de proefgegevens de kostprijs van belichte komkommers berekend. In dit rapport wordt hiervan verslag gedaan.

Het doel van de proef was:

- Welke productie is bij komkommers in de winter haalbaar met belichting?
- Wat is het kwaliteitsniveau bij belichting?
- Hoe zit het met de ontwikkeling van ziekten en plagen bij belichting?
- Kan de belichte teelt geoptimaliseerd worden?
- Wat is de kostprijs per kilo of komkommer van een belichte teelt?

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

In samenspraak met de Begeleidingscommissie Onderzoek (BCO), die bestond uit vijf personen afkomstig uit verschillende productiegebieden in Nederland, zijn de behandelingen bepaald. In eerste instantie is uitgegaan van één lange teelt, maar dit bleek al snel niet reëel te zijn. De proefperiode was 1 oktober 2002 tot en met 15 april 2003.

De proef is uitgevoerd bij een min of meer traditioneel teeltsysteem aan de lage draad (paraplusysteem). Voor het onderzoek waren twee afdelingen beschikbaar. In de proef werden behandelingen opgenomen met verschillende belichtingsintensiteiten, rassen, plantdichtheden en plantbelastingen. Hieronder volgen de verschillende volgende behandelingen:

Belichtingsintensiteiten:

In zowel eerste als tweede teelt één afdeling met 10.000 Lux (=10 kLux) en één afdeling met 15.000 Lux (=15 kLux). Dat is respectievelijk 24,4 en 36,6 W/m² PAR.

Rassen :

eerste teelt - Mystica en Euphoria (Rijk Zwaan): respectievelijk een winter- en zomerras
tweede teelt - Balance (nr. 24.110) (Rijk Zwaan) en Phoenix (Enza): zomerrassen met een partiële meeldauwresistentie
- daarnaast per afdeling 2 veldjes met Aviance (Rijk Zwaan): zomerras met een partiële meeldauwresistentie

Plantdichtheden:

eerste teelt - 1,4 en 1,8 planten/m² (respectievelijk 90 en 70 cm bij 4-rijensysteem)
tweede teelt - 1,8 en 2,2 planten/m² (respectievelijk 70 en 57 cm bij 4-rijensysteem)

Plantbelastingen:

eerste teelt - veel en weinig stamvruchten aanhouden, namelijk 7 en 12 stamvruchten
tweede teelt - veel en weinig stamvruchten aanhouden, dat is 9 en circa 14 'stamvruchten'^{*)}

Op verzoek is in de tweede teelt het ras Aviance bij zowel 10 als 15 kLux alleen getoetst bij de combinatie van een plantdichtheid van 2,2 planten/m² en 14 stamvruchten.

^{*)}De stamvruchten zaten niet allemaal onder de draad omdat er maar circa 17 bladeren onder de draad waren.

2.2 Overige proefgegevens

Hieronder worden een aantal proefgegevens vermeld.

Kas:	PPO-kas 303, afdeling 6 en 8, locatie Naaldwijk
Kasgrootte:	circa 250 m ²
Poothoogte:	4,25 m
Lamphoogte:	3,15 m
Goothoogte:	0,35 m (grond tot onderzijde goot)

Draadhoogte:	2,10 m
Bodem:	betonvloer
Bevochtiging:	vanaf begin december 2002 met behulp van bevoeiingsmatten
Zaai- en plantdata:	eerste teelt - respectievelijk 9 september 2002 en 1 oktober 2002 tweede teelt - respectievelijk 10 december 2002 en 7 januari 2003
Laatste oogstdatum:	eerste teelt - 3 januari 2003 tweede teelt - 14 april 2003
Lamptype:	Son-T hogedruk natriumlamp 230 Volt/600 Watt met 'diep reflector', voorschakelapparaat tussen gewas (Hortilux)
Geïnstalleerd vermogen:	bij 10 kLux circa 1 lamp van 600 Watt per 7 m ² , dat is circa 92 Watt/m ² , bij 15 kLux is dit circa 138 Watt/m ²
Belichtingsduur:	steeds in overleg met BCO. eerste teelt - bij groei naar draad niet of weinig belichten, bij toenemende plantbelasting aantal belichtingsuren opbouwen tot maximaal 20 uur per dag, tot en met november belichting uit bij instraling 200 W/m ² (tot en met november), vanaf december boven bepaalde instraling niet meer uit tweede teelt - eerste 2 weken 12 uur, daarna meestal 20 uur, belichting uit bij instraling > 200 W/m ² of 300 W/m ²
Aanhouden eerste vrucht:	zowel eerste als tweede teelt in vijfde oksel
Teeltsysteem:	eerste teelt - paraplusstelsel, kop eruit bij twee bladeren boven de draad tweede teelt - kop door laten groeien en enkele malen rond draad winden tot bij volgende plant, plant pas halverwege van de draad naar de grond toppen, scheut onder draad aanhouden en naar andere kant leiden, één scheut toppen op één blad. Scheuten rondom draad eveneens op een blad toppen.
Oogstfrequentie:	eerste teelt - in stamvruchtenperiode dagelijks, daarna 3 à 4 maal per week tweede teelt - in begin stamvruchtenperiode dagelijks, later consequent om de twee dagen
Veldgrootte:	eerste teelt - 8 planten per veld tweede teelt - 10 planten per veld
Herhalingen:	per belichtingsintensiteit één afdeling. De rassen, plantdichtheden en plantbelastingen stonden per afdeling in tweevoud
Aantal veldjes/afdeling:	eerste teelt - 16 veldjes tweede teelt - 18 veldjes
Klimaatsinstellingen:	steeds in overleg met Begeleidingscommissie Onderzoek (BCO)
Schermbouw:	beweegbaar scherm van AC-folie, vanaf februari 2003 LS-10 Ultra
Watergeven:	via een door het PPO ontwikkelde weegoot met krachtopnemers waarmee continu de gewasverdamping, gewasgroei en matgewicht wordt gemeten
Verdere metingen:	planttemperatuurmeter (Brinkman)

2.3 Waarnemingen

In de proef werden de volgende waarnemingen verricht:

- Aantal vruchten, gewicht, klasse II en stek bij de oogst
- Aantal planten met Botrytis of dode planten veroorzaakt door Botrytis (alleen in tweede teelt)
- Plaats eerste goede vrucht aan de stam (tweede teelt)

- De stand van het gewas werd globaal beoordeeld met name tijdens de één- à tweewekelijkse bijeenkomsten met de BCO.

2.4 Omrekening licht

Om de totale hoeveelheid licht te kunnen berekenen is de lichthoeveelheid van de lampen omgerekend naar de hoeveelheid buitenlicht.

Bij 10 en 15 kLux is een hoeveelheid licht in PAR aangehouden van respectievelijk 24,4 en 36,6 W/m². Bij 1 uur belichten met 10 kLux is dit: $24,4 \times (3600 \text{ sec} : 10.000) = 24,4 \times 0,36 = 8,784 \text{ J/cm}^2 \text{ PAR}$. Bij de omrekening naar buitenomstandigheden is rekening gehouden met het feit dat de lichttransmissie van het kasdek afhankelijk is van de stand van de zon en dus varieert in het jaar. Deze varieert van 61% tot 74% respectievelijk in periode 13 en 5/6 (vierwekelijkse periodes).

Omrekening van 10 kLux-belichting naar lichtsom buiten de kas in bijvoorbeeld december: $(8,784 \text{ J/cm}^2 \text{ PAR} : 0,45 \text{ (45\% van zonlicht is groeilicht)} : 0,61 \text{ (=transmissie kas in december)}) = 32 \text{ J/cm}^2 \text{ per uur}$. Bij 20 uur belichten is dit 640 J/cm². Bij 15 kLux is dit 1,5 maal zoveel, namelijk 960 J/cm².

3 Resultaten

3.1 Eerste teelt

3.1.1 Verloop teelt

Klimaatsinstellingen

In Bijlage 1 zijn de klimaatsinstellingen weergegeven tijdens de eerste teelt. Deze instellingen zijn steeds gedaan in overleg met de begeleidingscommissie onderzoek (BCO), waarvan de leden zeer regelmatig de proef hebben bezocht. Met de temperatuur is wat voorzichtig van start gegaan. Ruim drie weken na het planten zijn in de afdeling met 15 kLux veelal wat hogere temperaturen aangehouden. Om de groei te stimuleren, zijn er begin december in beide afdelingen relatief hoge temperaturen aangehouden. Ook werd er minder snel geventileerd en is het CO₂-gehalte wat lager ingesteld. Om de luchtvochtigheid te verhogen is er meer geschermd (soms ook overdag) met het AC-folie en zijn er bevoeiingsmatten op de grond gelegd. Deze werden regelmatig natgemaakt. Ook werd er toen enkele uren per dag korter belicht. CO₂ werd in principe gegeven als de lampen aangingen of als er natuurlijke instraling was.

Gerealiseerd klimaat

In Bijlage 2 is het gerealiseerde klimaat per week weergegeven. De gemiddelde etmaaltemperatuur over de gehele teeltperiode bij 10 en 15 kLux was respectievelijk 20,8 en 21,5°C. De gerealiseerde temperatuur was dus gemiddeld 0,7°C hoger bij 15 dan bij 10 kLux. Dit verschil is deels veroorzaakt door een hogere temperatuur in te stellen en deels door het hoger oplopen van de temperatuur omdat er door het groter aantal lampen bij 15 kLux meer warmte in de kas wordt ingebracht.

De RV is bij 15 kLux steeds wat hoger dan bij 10 kLux. In deze teelt is de buistemperatuur bij 15 kLux gemiddeld 10°C lager dan bij 10 kLux. Uit een berekening volgde dat dit resulteerde in ongeveer 30% verschil in gasverbruik.

Het CO₂-gehalte komt over de gehele teeltperiode tijdens de uren dat het licht was (natuur- en/of lamplicht) gemiddeld uit op rond de 750 ppm.

Het totaal aantal belichte uren over de eerste teelt is bij 10 en 15 kLux respectievelijk 1394 en 1384 uur. Dit betekent dat het aantal belichte uren per dag respectievelijk 14,6 en 14,5 uur bedraagt. In het begin is wat voorzichtig van start gegaan met de belichting. De lampen gingen uit boven een instraling van meestal 200 en later 250 W/m². Door het vele spuiten tegen de meeldauw (zie hieronder bij ziekten en plagen) is er ook minder belicht dan in principe had gekund. Om de werking van de middelen te verbeteren is geprobeerd het gewas zolang mogelijk nat te houden. Daarom zijn vanaf eind oktober een uur voordat de bespuiting werd uitgevoerd, de lampen uitgedaan en gingen ze die dag niet meer aan.

Ziekten en plagen

Echte meeldauw bleek met het plantmateriaal meegekomen te zijn en moest al snel worden bestreden (zie Bijlage 4). De meeldauw was echter zeer hardnekkig en was erg moeilijk onder de knie te krijgen. In totaal zijn over de gehele teelt 14 meeldauwbespuitingen uitgevoerd. Dat is één meeldauwbespuiting per week. Bij de hoogste lichtintensiteit was de meeldauwaantasting het meest ernstig.

Botrytis is nauwelijks voorgekomen. Trips was geen probleem. Hiertegen zijn al vrij snel roofmijten (*Amblyseius cucumeris*) uitgezet via strooien. Daarna zijn regelmatig kweekzakjes met roofmijt in het gewas gehangen. Half november was er relatief witte vlieg in de kassen en zijn twee bestrijdingen direct achter elkaar toegepast (Bijlage 4). Deze bespuitingen waren bijzonder effectief. Tijdens de teelt (vanaf eind november) zijn enkele planten met slavergelingsvirus, zo spoedig mogelijk verwijderd. De aangetaste planten stonden bijna steeds buiten de proefveldjes. Het slavergelingsvirus wordt overgebracht door witte vlieg.

Bemesting en watergeven

Het watergeven gebeurde via de weegoot met krachtopnemers. Dit systeem functioneerde goed. Als er tijdelijk wat te weinig drain werd gerealiseerd, werd dit later automatisch gecorrigeerd door extra water te geven. Er is gestreefd naar een drainpercentage van circa 30%. Uit metingen met de weegoot bleek dat de verdamping bij 15 kLux 25% hoger was dan bij 10 kLux (De Graaf, persoonlijke communicatie). De gerealiseerde EC en pH in de mat is weergegeven in Bijlage 3. Gemiddeld over de eerste teelt was de gerealiseerde EC 3,2 mS/cm en de pH 6,6.

Gewasstand

De ontwikkeling van het gewas en vruchten verliep duidelijk sneller in de afdeling met 15 kLux dan bij 10 kLux. Dit is het gevolg van de grotere hoeveelheid licht en de hogere gerealiseerde temperatuur. Half november waren de scheuten sterker in het gewas bij 10 kLux. Vanaf eind november was de gewasgroei zeer gering, vooral in de afdeling met de hoogste lichtintensiteit. Het gewas zag er afgesjouwd uit. De geringe gewasgroei was waarschijnlijk het gevolg van de combinatie van een hoge plantbelasting aan de ranken en de sterke meeldauwaantasting. De vele bespuitingen tegen met name meeldauw hebben de gewasgroei zeker niet bevorderd.

In de eerste helft van november zijn enkele malen een blaadje van het gewas verwijderd om nieuwe scheuten meer in het licht te laten hangen. Jonge scheuten zijn begin december over de gewasdraad gelegd.

3.1.2 Productie en kwaliteit

De eerste vruchten zijn bij 10 en 15 kLux respectievelijk op 26 en 25 oktober geoogst. Dat is ongeveer 24 dagen na het planten, ofwel 46 dagen na het zaaien.

Achtereenvolgens worden van de eerste teelt de producties en kwaliteit per belichtingsintensiteit, ras, plantdichtheid, plantbelasting en de combinatie van de beste behandelingen weergegeven.

3.1.2.1 Belichtingsintensiteit

In tabel 1 is gemiddeld over alle behandelingen de productie en kwaliteit weergegeven bij 10 en 15 kLux zowel vroeg als aan het einde van de proef.

Tabel 1: Productie en kwaliteit gemiddeld over alle behandelingen in de eerste teelt bij 10 en 15 kLux tot en met respectievelijk week 46 (na ruim 3 oogstweken) en week 1 (na 10 oogstweken = einde teelt).

Oogstperiode	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
3 oogstweken	15,9	20,3	6,5	8,5	413	420	0,5	0,4	0	0
10 oogstweken	46,1	54,1	18,0	22,8	398	423	8,6	7,6	0,5	0,6

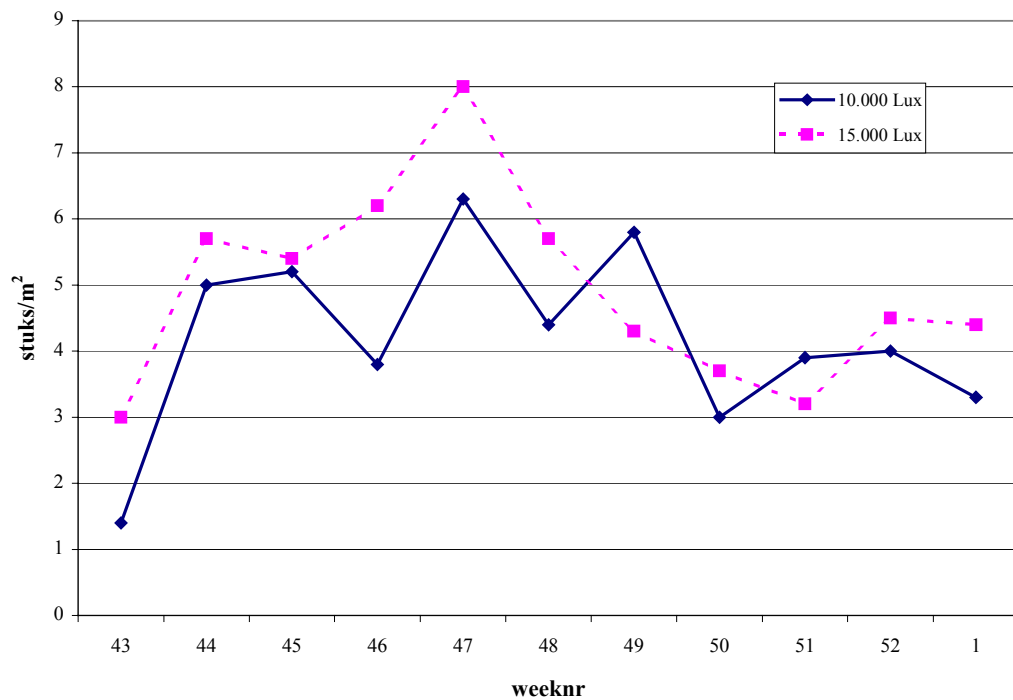
Vroeg:

- Na ruim drie weken productie zijn er bij 15 kLux 28% meer vruchten en ruim 30% meer kilos per m² geoogst dan bij 10 kLux.
- Bij 15 kLux zijn de vruchten wat zwaarder.
- Tussen de twee belichtingsintensiteiten zijn er geen duidelijke kwaliteitsverschillen.

Einde proef:

- Tot en met week 1 zijn er per m² bij 15 kLux 8 stuks (= 17%) meer vruchten en bijna 5 kilo (= 27%) meer geoogst dan bij 10 kLux.
- De vruchten bij 15 kLux zijn ruim 6% (= 25 g) zwaarder dan bij 10 kLux.
- Bij 10 kLux wordt er circa 1% meer klasse II geoogst. In stek zijn de verschillen gering.

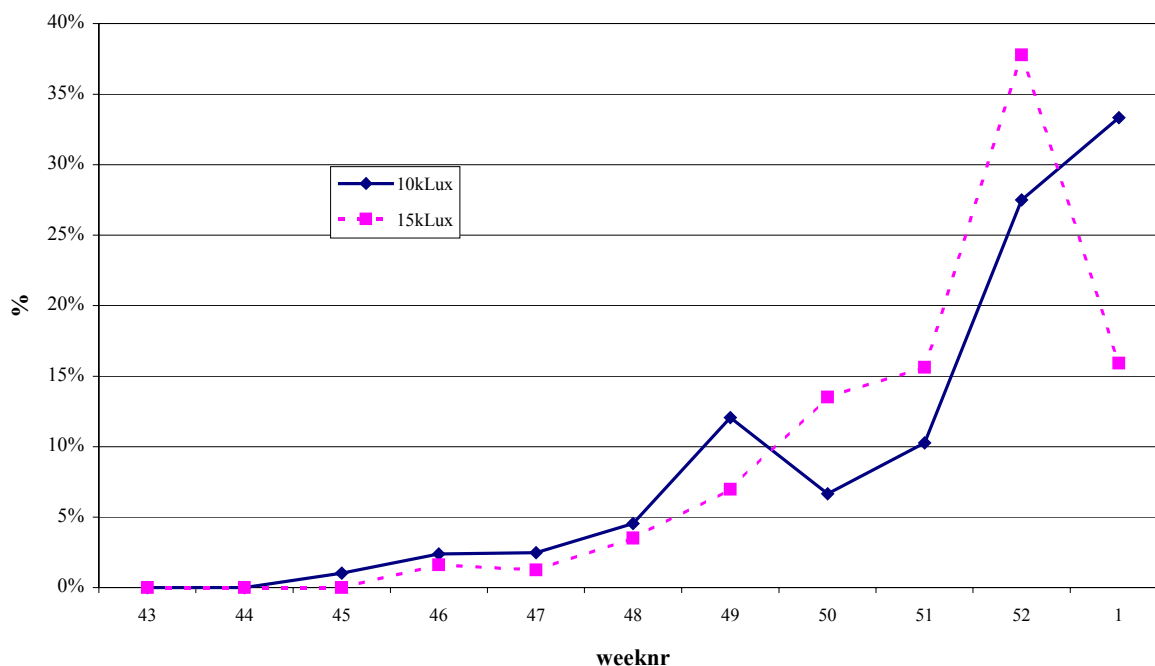
Het verloop van de productie per week per belichtingsintensiteit is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Het verloop van de productie in stuks/m² gemiddeld over alle behandelingen bij 10 en 15 kLux.

De hoogste productie wordt bij 10 en 15 kLux gehaald in week 47, respectievelijk 6,3 en 8 stuks/m². In de laatste oogstweken is de stuksproductie niet hoog. In de eerste zes oogstweken is de productie in stuks bij 15 kLux steeds hoger dan bij 10 kLux. Daarna is het beeld wat wisselend. De hogere productie bij 15 kLux is dus met name in de eerste zes oogstweken gerealiseerd.

In figuur 2 is het verloop van het percentage klasse 2 vruchten weergegeven in de tijd.



Figuur 2: Verloop van het percentage klasse II vruchten per week bij 10 en 15 kLux.

In figuur 2 is te zien dat de kwaliteit in de eerste 4 à 5 oogstweken prima is. Daarna neemt het percentage klasse 2 vruchten sterk toe. In de laatste oogstweken is het aantal geoogste vruchten vrij gering (zie figuur 1). Deze vruchten zijn ook van een matige kwaliteit.

Tot en met week 49 ligt het percentage 2 vruchten bij 15 kLux iets onder die bij 10 kLux. Daarna is deze hoger bij 15 kLux, om weer te dalen in de laatste oogstweek.

3.1.2.2 Ras

In de volgende twee tabellen is de productie en kwaliteit per ras en belichtingsintensiteit weergegeven ruim drie weken na het begin van de productie (tot en met week 46) en aan het einde van de proef (tot en met week 1).

Tabel 2: **Vroege productie** en kwaliteit per ras en belichtingsintensiteit tot en met week 46 (17 november 2002).

Ras	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Mystica	15,7	19,9	6,5	8,4	417	421	1,0	0,4	0	0
Euphoria	16,1	20,8	6,5	8,6	408	417	0	0,3	0	0
<i>Gemiddeld</i>	<i>15,9</i>	<i>20,3</i>	<i>6,5</i>	<i>8,5</i>	<i>413</i>	<i>420</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

- De productie van beide rassen is bij 10 kLux vrijwel gelijk. Bij 15 kLux geeft Euphoria één vrucht/m² meer dan Mystica.
- Zowel bij 10 als 15 kLux geeft Mystica iets zwaardere vruchten.
- De kwaliteitsverschillen tussen de rassen zijn klein.

Tabel 3: **Totaal productie** en kwaliteit per ras en belichtingsintensiteit tot en met week 1 (3 januari 2003).

Ras	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Mystica	45,9	53,6	18,3	22,9	405	430	8,9	7,6	0,6	0,7
Euphoria	46,2	54,6	17,7	22,6	390	417	8,2	7,5	0,2	0,6
<i>Gemiddeld</i>	<i>46,1</i>	<i>54,1</i>	<i>18,0</i>	<i>22,8</i>	<i>398</i>	<i>423</i>	<i>8,6</i>	<i>7,6</i>	<i>0,5</i>	<i>0,6</i>

- Aan het eind van de eerste teelt zijn de verschillen in stuks- en kilo-productie tussen beide rassen zeer gering. Mogelijk geeft Euphoria iets meer stuks, maar door een lager vruchtgewicht is de kiloproductie bij Euphoria vooral bij 10 kLux enigszins lager dan bij Mystica.
- In vergelijking met de eerste weken van de productie zijn de vruchten bij beide rassen in de afdeling met 15 kLux zwaarder en bij Mystica in de afdeling met 10 kLux juist lichter in gewicht geworden.
- De kwaliteitsverschillen tussen de rassen zijn gering.

3.1.2.3 Plantdichtheid

In tabel 4 zijn de productie en kwaliteit per plantdichtheid en belichtingsintensiteit weergegeven ruim drie weken na het begin van de productie (tot en met week 46) en in tabel 5 zijn de productie en kwaliteit gegeven aan het einde van de proef (tot en met week 1).

Tabel 4: **Vroege productie** en kwaliteit per plantdichtheid en belichtingsintensiteit tot en met week 46 (17 november 2002).

Plantdichtheid	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
1,4 planten/m ²	14,3	18,4	5,9	7,7	415	422	1,1	0,4	0	0
1,8 planten/m ²	17,6	22,3	7,1	9,3	410	417	0	0,5	0	0

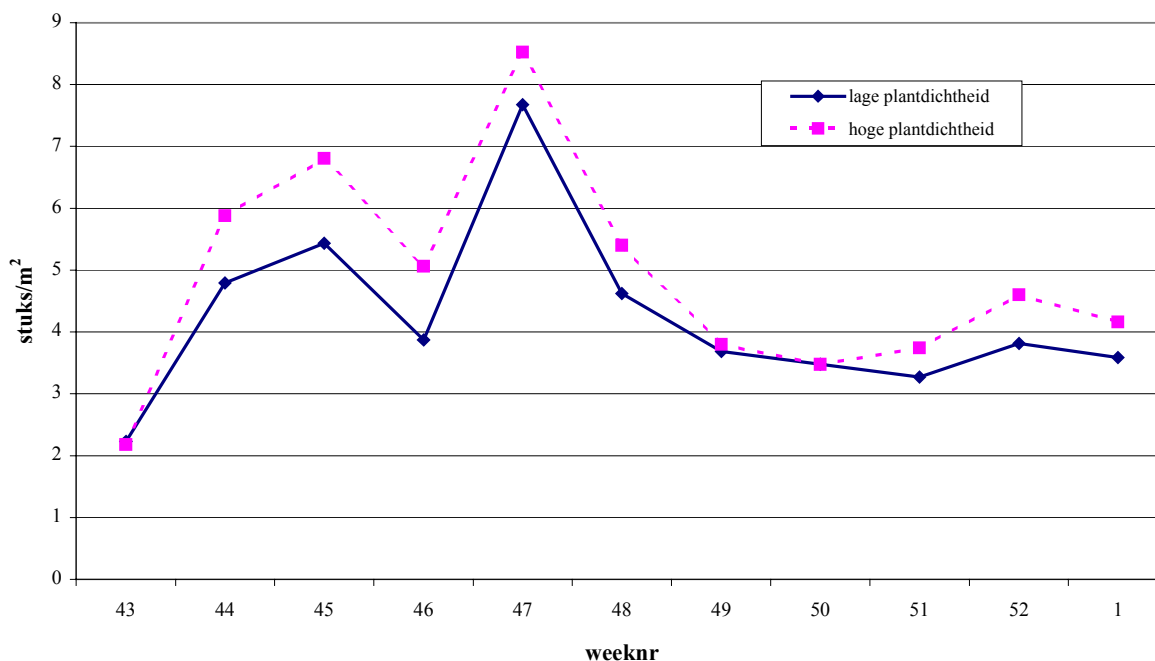
- 1,8 planten per m² geeft vroeg 23% meer stuks per m² dan 1,4 planten per m². Dus 29% meer planten per m² verhoogt na ruim 3 productieweken het aantal vruchten met 23%. Omdat de vruchten bij een nauwere plantafstand wat minder zwaar zijn, is het verschil in kg-productie iets minder groot, namelijk circa 20%.
- De verschillen in klasse II en stek tussen de twee plantdichtheden zijn gering.

Tabel 5: **Totaal productie** en kwaliteit per plantdichtheid en belichtingsintensiteit tot en met week 1 (3 januari 2003).

Plantdichtheid	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
1,4 planten/m ²	43,0	50,1	17,0	21,3	401	426	8,4	7,8	0,5	0,5
1,8 planten/m ²	49,1	58,1	19,0	24,3	393	421	8,7	7,4	0,5	0,7

- Door 29% meer planten per m² te zetten, stijgt de eindproductie in stuks en kilos met respectievelijk ongeveer 15 en 13%. De stijging is bij 15 kLux relatief en absoluut gezien iets groter.
- Bij een hogere plantdichtheid is het gemiddeld vruchtgewicht iets lager.
- Het verschil in klasse II en stek is tussen de beide plantdichtheden verwaarloosbaar klein.

In figuur 3 is het verloop van de stuksproductie in de tijd gemiddeld over 10 en 15 kLux bij de twee plantbelastingen weergegeven. Bij beide belichtingsintensiteiten is namelijk dezelfde lijn zichtbaar.



Figuur 3: De stuksproductie per week bij de plantdichtheid van 1,4 en 1,8 planten/m² gemiddeld over beide belichtingsintensiteiten.

In vrijwel elke oogstweek is de productie in stuks bij de hoogste plantdichtheid hoger dan bij de lage plantdichtheid. In de eerste (halve) oogstweek komt de productie bij een hogere plantdichtheid zeker niet sneller op gang.

3.1.2.4 Plantbelasting

In tabel 6 is de productie en kwaliteit per plantbelasting en belichtingsintensiteit weergegeven ruim drie weken na het begin van de productie (tot en met week 46) en in tabel 7 aan het einde van de proef (tot en met week 1).

Tabel 6: **Vroege productie** en kwaliteit per plantbelasting en belichtingsintensiteit tot en met week 46 (17 november 2002).

Plantbelasting	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
7 stamvruchten	13,5	17,8	5,7	7,7	427	429	0,5	0,3	0	0
12 stamvruchten	18,4	22,9	7,3	9,3	399	410	0,6	0,4	0	0

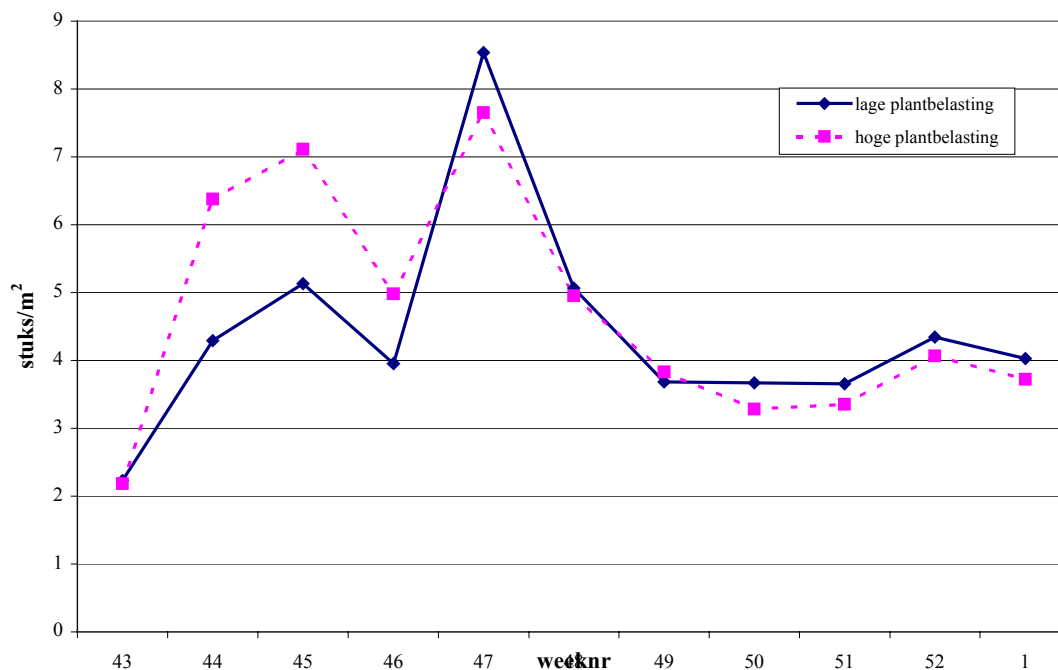
- Na ruim drie oogstweken zijn er bij de behandeling met 12 stamvruchten aanhouden zo'n 5 stuks per m² extra geoogst. In kilos is dat 1,6 kg per m² meer. De vruchten bij een hoge plantbelasting zijn wel lichter van gewicht.
- De verschillen in klasse II en stek tussen de twee plantbelastingen zijn verwaarloosbaar klein.

Tabel 7: **Totaal productie** en kwaliteit per plantbelasting en lichtintensiteit tot en met week 1 (3 januari 2003).

Plantbelasting	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
7 stamvruchten	44,8	52,5	17,6	22,4	402	429	9,6	7,6	0,6	0,7
12 stamvruchten	47,4	55,7	18,5	23,2	394	418	7,6	7,5	0,3	0,6

- De hoogste plantbelasting heeft op het eind van de proef nog een voorsprong op de lagere plantbelasting van circa 3 vruchten en bijna een kilo per m².
- Bij een hogere plantbelasting blijft het gemiddeld vruchtgewicht circa 10 gram lager.
- De laagste plantbelasting geeft bij 10 kLux iets meer klasse II en stek dan de hoge plantbelasting. Bij 15 kLux zijn er geen verschillen.

In figuur 4 wordt het verloop van de stuksproductie bij een plantbelasting van 7 en 12 stamvruchten gemiddeld over 10 en 15 kLux weergegeven.



Figuur 4: De stuksproductie per week bij een lage en hoge plantbelasting bij de stamvruchten gemiddeld over beide belichtingsintensiteiten.

In de eerste (halve) oogstweek is er weinig verschil tussen de beide plantbelastingstrappen. In de eerste oogstdagen blijft de productie bij 10 kLux bij de hoge plantbelasting zelfs een tikkeltje achter op die van de lage plantbelasting. Daarna volgen drie weken met duidelijk meer stuks bij de zware plantbelasting. In deze periode worden ook de stamvruchten geoogst. In de rankvruchtenperiode is het aantal stuks enigszins lager of gelijk bij de hoge plantbelasting in vergelijking met de lage plantbelasting.

3.1.2.5 Combinatie van optimale behandelingen

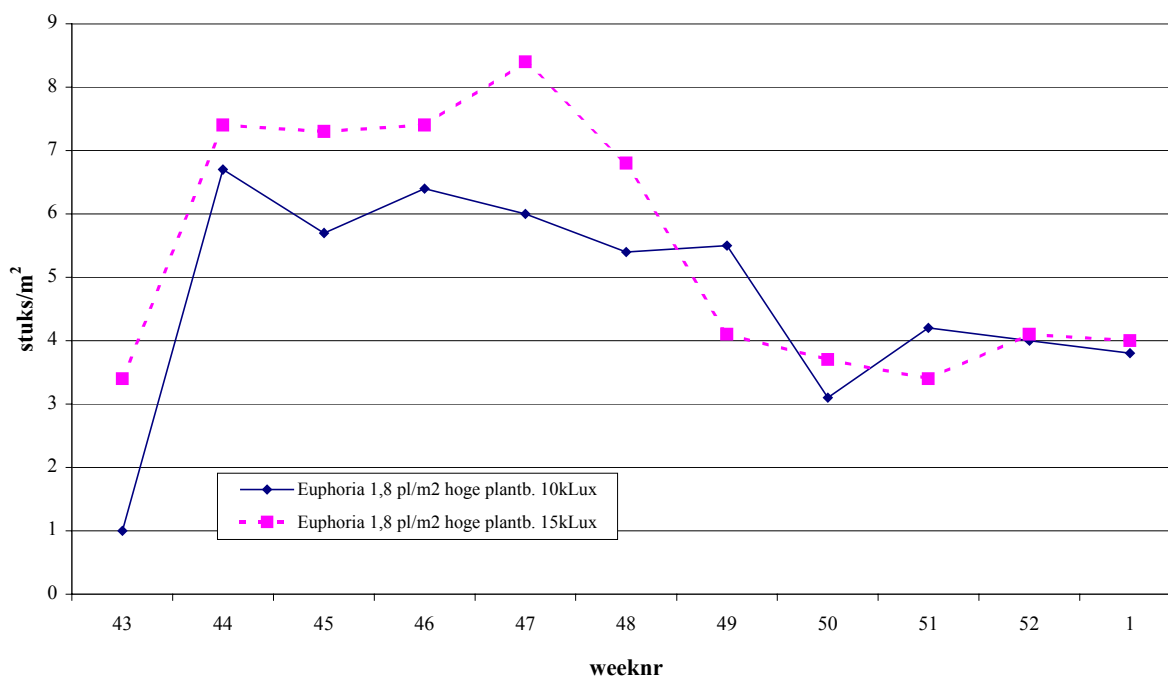
In het voorgaande was te zien dat de hoogste producties werden bereikt bij een hogere plantdichtheid en plantbelasting. Daarnaast gaf Euphoria iets meer stuks per m². Door het ras Euphoria te combineren met een hogere plantdichtheid en plantbelasting, ontstaat een optimale combinatie van behandelingen. In onderstaande tabel is de productie en kwaliteit weergegeven voor deze combinatie bij zowel 10 als 15 kLux.

Tabel 8: Productie bij de optimale combinatie van behandelingen (Euphoria, 1,8 planten/m² en 12 stamvruchten) bij 10 en 15 kLux tot en met respectievelijk week 46 (na ruim 3 oogstweken) en week 1 (na 10 oogstweken = einde teelt).

Oogstperiode	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
3 oogstweken	20,8	25,5	8,2	10,1	396	403
10 oogstweken	51,8	60,0	19,5	24,2	381	407

- De productie ligt vroeg duidelijk hoger bij 15 dan bij 10 kLux. De productie in de eerste drie oogstweken is bij 10 en 15 kLux respectievelijk 7 en 8,5 vruchten/m² per week (optimale combinatie van behandelingen).
- Over de gehele oogstperiode bedraagt de productie per m² bij 10 en 15 kLux respectievelijk 5,2 en 6 vruchten ofwel 2 en 2,4 kg per week.
- Bij 15 kLux zijn de vruchten zwaarder.

In grafiek 5 is het verloop van de productie weergegeven bij 10 en 15 kLux bij de combinatie van optimale behandelingen.



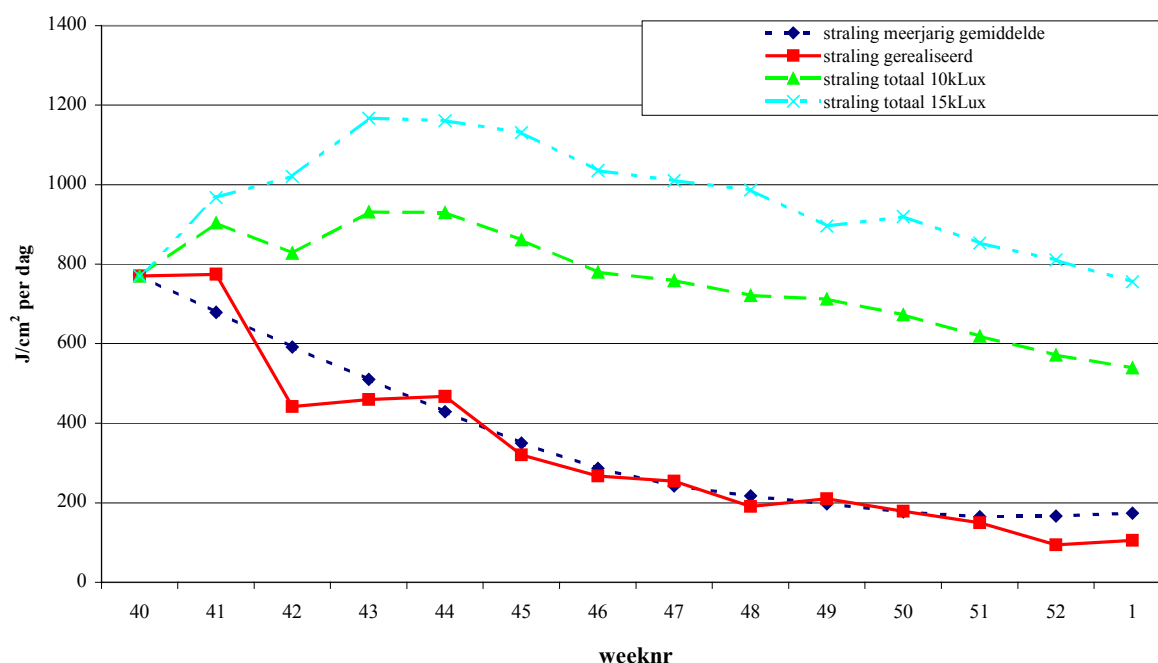
Figuur 5: Het verloop van de stuksproductie bij de combinatie van optimale behandelingen bij zowel 10 als 15 kLux.

In de figuur is te zien dat de stuksproductie in de eerste zes à zeven oogstweken hoog is geweest, waarna de productie bij beide belichtingsintensiteiten rond de 4 stuks/m² blijft schommelen. De hogere productie bij 15 kLux is duidelijk in de eerste 6 oogstweken gerealiseerd.
N.B. Week 43 bestond uit slechts twee à drie dagen!

3.1.3 Stralingsom en productie

Er is uitgerekend wat de hoeveelheid licht per week is geweest van de lampen, omgerekend naar de

buitenomstandigheden. In figuur 6 is het verloop van de hoeveelheid licht voor de afdeling met 10 en 15 kLux weergegeven in combinatie met de hoeveelheid natuurlijk licht tijdens de teeltperiode.



Figuur 6: Hoeveelheid natuurlijke instraling, het meerjarig gemiddelde en de totale straling (kunstlicht + natuurlijk) per dag tijdens de tweede teelt bij 10 en 15 kLux.

De stralingssom lag in de proefperiode in week 41 duidelijk boven het gemiddelde en in de weken 42, 52 en 1 duidelijk onder het gemiddelde. In de andere weken komt de gerealiseerde straling vrij goed overeen met de gemiddelde straling over een groot aantal jaren. Gemiddeld is de stralingssom ruim 5% lager dan gemiddeld.

De totale stralingssom omgerekend naar het buitenlicht was over de gehele periode bij 10 en 15 kLux respectievelijk 44.846 en 66.757 J/cm². De hoeveelheid natuurlijke instraling was in deze periode in totaal 32.808 J/cm². De totale stralingssom komt dan bij 10 en 15 kLux uit op respectievelijk 77.653 en 99.565 J/cm². De hoeveelheid straling van de lampen bij 10 en 15 kLux komt overeen met respectievelijk 137 en 203% van de natuurlijke straling in deze periode.

Gemiddeld over de proefperiode was de stralingssom per dag (natuur + lamp, omgerekend naar buitenlicht) bij 10 en 15 kLux respectievelijk 792 en 1016 J/cm². Dit komt overeen met de gemiddelde stralingssom in respectievelijk week 10 à 11 (begin maart) en week 13 (eind maart).

Over de totale teeltperiode is het verschil in totale stralingssom tussen de afdeling met 10 en 15 kLux 28%. Het verschil in kiloproductie bij 10 en 15 kLux aan het eind van de eerste teelt is 27%. Dit betekent dat 1% meer licht, in deze proef 1% meer productie heeft opgeleverd. Als nu de productie tot en met week 48 wordt genomen, dat is na een teeltduur van 9 weken, dan is het productieverhaal 33%. Het verschil in hoeveelheid straling is 24%. Dit betekent dat na 9 teeltweken 1% meer straling, 1,4% meer productie oplevert.

Bij de optimale combinatie van behandelingen is bij 10 en 15 kLux respectievelijk 19,5 en 24,2 kg/m² ofwel 52 en 60 stuks/m² geproduceerd. Voor één kg product bij 10 en 15 kLux is er dus respectievelijk circa 3982 en 4114 J/cm² benodigd. Per komkommer is dit respectievelijk 1493 en 1659 J/cm². Bij 15 kLux is het aantal Joules per komkommer iets hoger, mede omdat de vruchten een hoger gewicht hebben.

3.2 Tweede teelt

3.2.1 Verloop teelt

Klimaatsinstellingen

In Bijlage 1 zijn de instellingen van het klimaat gegeven tijdens de tweede belichte komkommerteelt. De instellingen zijn wederom steeds gedaan in overleg met de BCO. Circa een week na het planten zijn vrij hoge temperaturen aangehouden, omdat de plant vooral in de afdeling met 10 kLux een te sterke kop kreeg. In feite zijn er tijdens de verdere teelt relatief hoge temperaturen aangehouden, omdat het gewas dit goed aan leek te kunnen. Eind februari/begin maart zijn de temperatuurverschillen tussen de nacht en de dag in beide afdelingen wat kleiner gemaakt om meer groei te bewerkstelligen. Toen het gewas in de tweede week van maart relatief veel groei vertoonde, zijn de nacht- en dagtemperatuur juist weer uit elkaar getrokken. Steeds zijn ventilatietemperaturen aangehouden van 27-25°C.

In de eerste weken van de teelt is er 12,5 uur belicht, daarna meestal 20 uur. In beide afdelingen is steeds dezelfde belichtingsduur aangehouden. Bij een instraling van 200 of meestal 300 W/m² ging de belichting uit. Gezien de grotere hoeveelheid licht en het sterke gewas zijn tijdens de 'lichte' periodes hogere CO₂-gehalten aangehouden dan wat gangbaar is in de praktijk.

Gerealiseerd klimaat

In Bijlage 2 is voor deze teelt het gerealiseerde klimaat per week weergegeven. De gemiddelde etmaaltemperatuur over de gehele teeltperiode bij 10 en 15 kLux was respectievelijk 22,4 en 22,8°C. Het verschil van 0,4°C is grotendeels te verklaren uit de grotere hoeveelheid warmte die door de lampen bij 15 kLux in de kas wordt geproduceerd. De RV was gemiddeld 6% hoger bij 15 kLux dan bij 10 kLux. De buistemperatuur was in deze periode bij 15 kLux ruim 6°C lager dan bij 10 kLux. Berekend is dat daarvoor circa 30% minder gas benodigd was.

Het CO₂-gehalte in de periode dat er natuur- en of lamplicht was, kwam voor beide afdelingen uit op gemiddeld bijna 800 ppm.

De belichtingsduur in beide afdelingen kwam in totaal over de tweede teeltperiode uit op 1343 uur. Dit is gemiddeld 13,7 uur per dag.

Ziekten en plagen

Eén maand na het planten is voor het eerst echte meeldauw op een blad geconstateerd. Dit blad is toen direct verwijderd. Begin maart is voor de eerste keer gespoten met een meeldauwmiddel, omdat er meer bladeren met stippen meeldauw waren. Er is toen een cyclus van drie maal Fungaflor toegepast (zie Bijlage 4). Dit heeft zeer goed gewerkt. In de partiel resistente rassen is daarna geen meeldauw meer gevonden en er zijn er ook geen behandelingen tegen meeldauw meer toegepast.

Tegen het einde van de teelt trad wat Botrytis op de stam op. Op 14 april zijn het aantal planten met Botrytisplekken en het aantal dode planten als gevolg van Botrytis waargenomen. De plantdichtheid en de plantbelasting hebben geen duidelijke invloed op het aantal aangetaste planten. In de volgende tabel zijn de resultaten van de waarnemingen weergegeven voor de rassen Balance en Phoenix bij de twee belichtingsintensiteiten. Deze waarnemingen zijn per belichtingsintensiteit gebaseerd op 80 planten per ras.

Tabel 9: Percentage planten met plekken en percentage dode planten als gevolg van Botrytis bij de rassen Balance en Phoenix bij 10 en 15 kLux.

Ras	10 kLux			15 kLux		
	% planten met Botrytisplek	% dode planten	totaal % aangetaste planten	% planten met Botrytisplek	% dode planten	totaal % aangetaste planten
21.110	2,5	1,3	3,8	13,8	2,5	16,3
Phoenix	2,5	2,5	5,0	20	8,8	28,8
<i>Gemiddeld</i>	<i>2,5</i>	<i>1,9</i>	<i>4,4</i>	<i>16,9</i>	<i>5,6</i>	<i>22,5</i>

- Bij 15 kLux zijn er duidelijk meer aangetaste planten door Botrytis dan bij 10 kLux.
- Phoenix is gevoeliger voor aantasting van Botrytis (planten met plekken en dode planten) dan Balance.

- Over de gevoeligheid voor Botrytis bij het ras Aviance kan geen duidelijke uitspraak worden gedaan, omdat er per afdeling slechts 20 planten van dit ras stonden.

Plagen, zoals witte vlieg en trips, waren zeer goed onder controle dankzij het regelmatig uitzetten van respectievelijk sluipwespen en roofmijten. Tegen de plagen zijn geen bespuitingen uitgevoerd. Er zijn geen verschillen geconstateerd tussen beide belichtingsintensiteiten.

Bemesting en watergeven

Evenals in de eerste teelt gebeurde het watergeven via de weegoot met krachtopnemers. Er is gestreefd naar een drainpercentage van circa 30%. Het gerealiseerde drainpercentage over de gehele teelt is zowel bij 10 als 15 kLux 31%. In Bijlage 3 zijn de gerealiseerde EC en pH weergegeven. Gemiddeld over deze teelt was de circa EC 2,5 mS/cm en de pH 6,6. De gemeten verdamping was bij 15 kLux 23% hoger dan bij 10 kLux.

Gewasstand

De gewas- en vruchtontwikkeling verliepen duidelijk sneller bij 15 kLux dan bij 10 kLux. Half februari stond het gewas bij 10 kLux er wat steviger bij met minder chlorose en sterkere scheuten dan bij 15 kLux. Aan de doorgaande hoofdstengel na de draad naar beneden, zijn er dan een aantal vruchtjes afgestoten. In de tweede helft van februari bleef er in beide afdelingen voldoende groei. Aviance had op dat moment iets minder scheutgroei dan de twee andere rassen. In maart was de scheutgroei sterker in de afdeling met 10 kLux dan bij 15 kLux. De scheuten zijn verschillende keren (vooral bij 10 kLux) getopt en regelmatig is er oud blad weggehaald. Tot het einde van de proef bleef er ruim voldoende groei in het gewas.

Plaats eerste vrucht

De plaats van de eerste goede vrucht aan de stam is rasafhankelijk. Bij Aviance, Phoenix en Balance zat de eerste goede vrucht respectievelijk in het vijfde, ruim zesde en achtste oksel. In de oksels daaronder waren de vruchtbeginsels onderontwikkeld.

3.2.2 Productie en kwaliteit

De eerste vruchten zijn bij 10 en 15 kLux respectievelijk op 5 en 2 februari geoogst. Dat is respectievelijk 29 en 26 dagen na het planten.

Achtereenvolgens worden de producties en kwaliteit van de tweede teelt weergegeven per belichtingsintensiteit, ras, plantdichtheid, plantbelasting en de combinatie van de beste behandelingen.

3.2.2.1 Belichtingsintensiteit

In tabel 10 is bij 10 en 15 kLux gemiddeld over alle behandelingen de productie en kwaliteit weergegeven, zowel vroeg als aan het einde van de proef.

Tabel 10: Productie en kwaliteit in de tweede teelt bij 10 en 15 kLux gemiddeld over alle behandelingen tot en met respectievelijk week 8 (na circa 3 oogstweken) en week 15 (na 10 oogstweken = einde teelt).

Oogstperiode	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
3 oogstweken	16,4	25,0	5,7	9,0	345	355	0,9	0,8	0	0
10 oogstweken	64,4	77,7	25,0	31,7	384	400	7,2	8,5	0,4	0,3

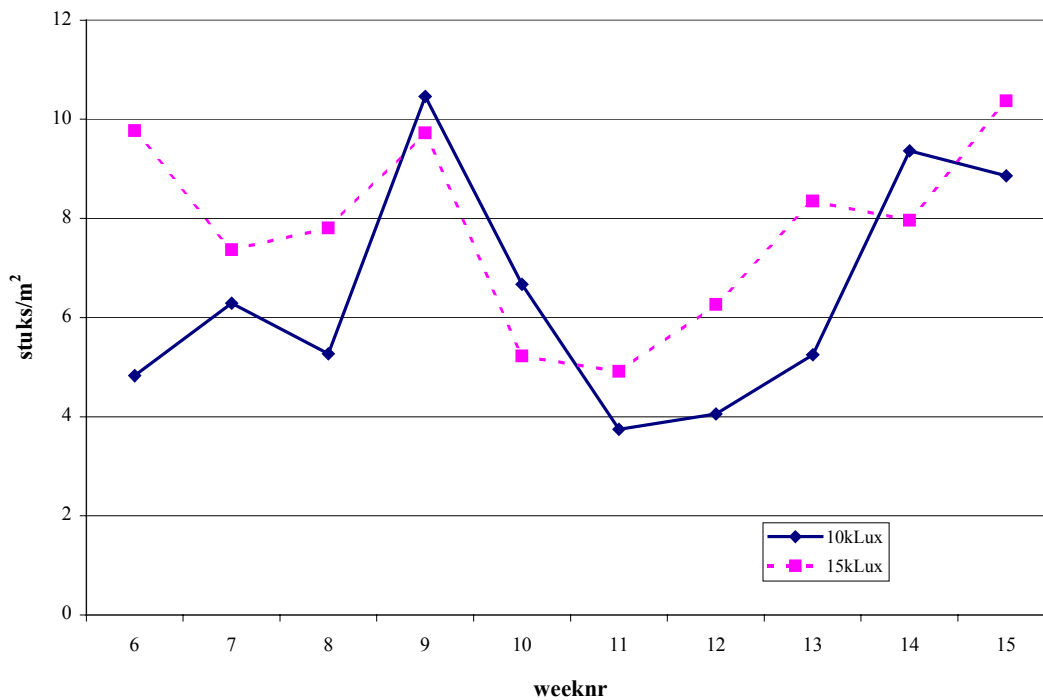
Vroeg:

- Na circa drie productieweeken zijn er bij 15 kLux meer dan 50% meer vruchten en kilos per m² geoogst dan bij 10 kLux.
- Bij 15 kLux zijn de vruchten wat zwaarder.
- Er zijn geen kwaliteitsverschillen als gevolg van de belichtingsintensiteiten.

Einde proef:

- Tot en met het einde van de proef (14 april) zijn er bij 15 kLux meer dan 13 stuks (= ruim 20%) meer vruchten en zo'n 6,5 kilo (= 27%) meer per m² geoogst dan bij 10 kLux.
- De vruchten zijn bij 15 kLux wat zwaarder dan bij 10 kLux.
- Bij 10 kLux wordt er circa 1% minder klasse II geoogst. In stek zijn de verschillen te verwaarlozen.

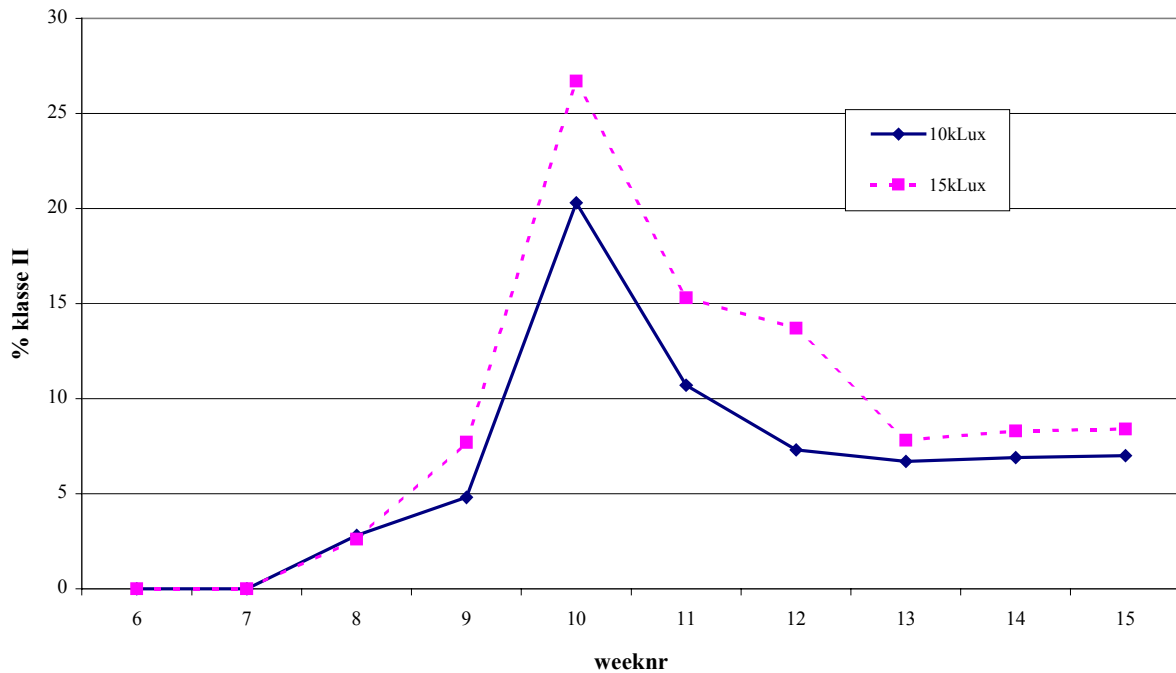
Het verloop van de productie per week per belichtingsintensiteit gemiddeld over alle behandelingen is weergegeven in figuur 7.



Figuur 7: Het verloop van de productie in stuks/m² gemiddeld over alle behandelingen bij 10 en 15 kLux.

Zeer hoge producties van meer dan 8 vruchten per m² worden bereikt bij 15 kLux in week 6, 9, 13, 14 en 15. Bij 10 kLux is er een duidelijke piek in de productie in week 9 met 10,5 vruchten/m². Ook in de laatste twee oogstweken ligt de productie bij deze belichtingsintensiteit boven de 8 vruchten/m².

In figuur 8 is het verloop van het percentage klasse II vruchten weergegeven in de tijd.



Figuur 8: Verloop van het percentage klasse II vruchten per week gemiddeld over alle behandelingen bij 10 en 15 kLux in de tweede belichte teelt.

In figuur 8 is te zien dat de kwaliteit in de eerste 4 oogstweken goed is. In week 10 tot en met 12 is het percentage klasse II vruchten vrij hoog met een uitschieter in week 10. In deze weken worden er echter relatief weinig vruchten geoogst (zie figuur 7) en de kwaliteit van deze vruchten kon beter. Vanaf week 9 ligt het percentage klasse II vruchten bij 10 kLux steeds wat hoger dan bij 15 kLux. De kleur is over het algemeen goed. De kwaliteitsafwijkingen betreffen met name vormafwijkingen.

De productie bij de beste combinatie van behandelingen per lichtintensiteit wordt behandeld in paragraaf 3.2.2.5.

3.2.2.2 Ras

In de volgende twee tabellen is de productie en kwaliteit per ras en belichtingsintensiteit weergegeven ongeveer drie weken na het begin van de productie (tot en met week 8) en aan het einde van de proef (tot en met week 15).

Tabel 10: **Vroege productie** en kwaliteit per ras en belichtingsintensiteit gemiddeld over alle behandelingen tot en met week 8 (23 februari 2003).

Ras	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Balance	15,8	24,7	5,5	8,8	347	357	1,3	3,2	0	0
Phoenix	17,0	25,0	5,8	9,2	345	356	1,2	0,8	0	0
<i>Gemiddeld</i>	<i>16,4</i>	<i>24,9</i>	<i>5,7</i>	<i>9,0</i>	<i>346</i>	<i>357</i>	<i>1,3</i>	<i>2,0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

- Na drie oogstweken lijkt Phoenix qua productie iets voor te liggen op Balance.
- Het vruchtgewicht van beide rassen is vrijwel gelijk.
- Bij 15 kLux geeft Balance iets meer klasse II.

Tabel 11: **Totaalproductie** en kwaliteit per ras en belichtingsintensiteit gemiddeld over alle behandelingen tot en met week 15 (+14 april 2003).

Ras	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Balance	64,1	78,7	24,4	31,5	378	394	7,6	9,1	0,4	0,3
Phoenix	64,8	76,7	25,5	32,0	390	407	6,8	8,0	0,4	0,1
<i>Gemiddeld</i>	<i>64,4</i>	<i>77,7</i>	<i>25,0</i>	<i>31,7</i>	<i>384</i>	<i>400</i>	<i>7,2</i>	<i>8,5</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>

- Bij 10 kLux zijn de verschillen tussen de rassen in stuks zeer gering. Bij 15 kLux geeft Balance aan het einde van de proef twee vruchten meer per m² dan Phoenix.
- Phoenix geeft zwaardere vruchten dan Balance.
- Bij 10 kLux geeft Phoenix een hogere productie 1 kg per m² dan Balance. Bij de hoge belichtingsintensiteit is het verschil in kg-productie tussen de rassen gering.
- Het ras Balance geeft ongeveer 1% meer klasse II vruchten en soms iets meer stek dan Phoenix.

3.2.2.3 Plantdichtheid

In tabel 12 is de productie en kwaliteit per plantdichtheid en belichtingsintensiteit weergegeven circa drie weken na het begin van de productie (tot en met week 8) en in tabel 13 wordt deze aan het einde van de proef gegeven tot en met week 15.

Tabel 12: **Vroege productie** en kwaliteit per plantdichtheid en belichtingsintensiteit tot en met week 8 (23 februari 2003).

Plantdichtheid	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
1,8 planten/m ²	15,7	23,2	5,5	8,4	356	358	0,7	0,9	0	0
2,2 planten/m ²	17,2	26,7	5,9	9,6	341	353	1,1	0,7	0	0

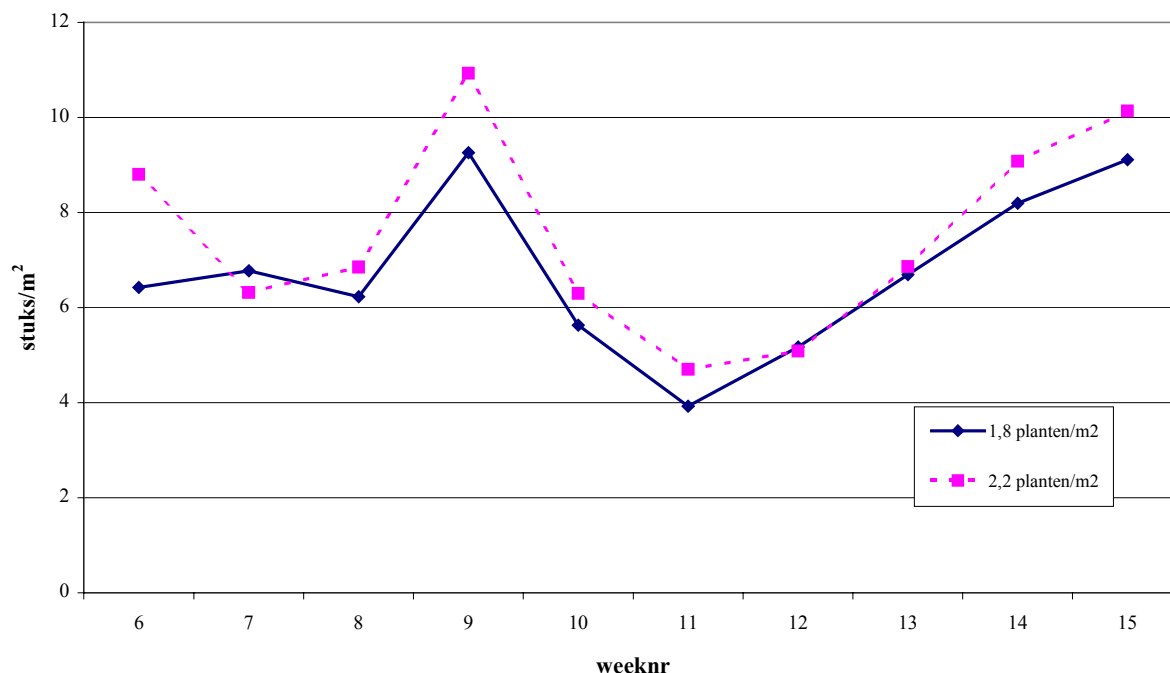
- 2,2 planten per m² geeft vroeg 10 à 15% meer stuks per m² dan 1,8 planten per m². Dus 22% meer planten per m² verhoogt na ruim 3 productieweken het aantal vruchten met 10 à 15%.
- Vooral bij 10 kLux zijn de vruchten bij een nauwere plantafstand wat lichter van gewicht.
- Met name bij 15 kLux is de productie in kilos bij een hogere plantdichtheid duidelijk hoger.
- Er lijkt weinig verschil in kwaliteit te zijn tussen de beide plantdichtheden.

Tabel 13: **Totaalproductie** en kwaliteit per plantdichtheid en belichtingsintensiteit tot en met week 15 (+14 april 2003).

Plantdichtheid	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
1,8 planten/m ²	61,9	72,9	24,2	29,7	387	400	6,9	8,6	0,4	0,1
2,2 planten/m ²	67,9	82,2	26,0	33,4	379	399	7,1	8,2	0,4	0,1

- Door 22% meer planten per m² te poten, stijgt de eindproductie in stuks en kilos met rond de 12%. De stijging in stuks als gevolg van een grotere plantdichtheid is bij 15 kLux procentueel en absoluut gezien wat groter dan bij 10 kLux.
- Bij 10 kLux is het gemiddeld vruchtgewicht bij een hogere plantdichtheid iets lager. Bij 15 kLux heeft de plantdichtheid geen effect op het vruchtgewicht.
- Er is nauwelijks of geen verschil in klasse II en stek tussen de beide plantdichtheden.

In de figuur 9 is het verloop van de stuksproductie in de tijd bij de twee plantbelastingen weergegeven gemiddeld over 10 en 15 kLux. Bij beide belichtingsintensiteiten is ongeveer dezelfde tendens zichtbaar.



Figuur 9: Stuksproductie per week bij een plantdichtheid van 1,8 en 2,2 planten/m² gemiddeld over beide belichtingsintensiteiten in de tweede belichte teelt.

In de meeste oogstweken is de stuksproductie bij de plantdichtheid van 2,2 planten/m² hoger dan bij 1,8 planten/m².

3.2.2.4 Plantbelasting

In tabel 14 staan de productie en kwaliteit van de tweede teelt per plantbelasting en belichtingsintensiteit circa drie weken na het begin van de productie (tot en met week 8). In tabel 15 zijn deze weergegeven aan het einde van de proef (tot en met week 15).

Tabel 14: **Vroege productie** en kwaliteit per plantbelasting en belichtingsintensiteit tot en met week 8 (23 februari 2003).

Plantbelasting	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
9 stamvruchten	14,7	23,7	5,2	8,7	352	363	0,8	0,8	0	0
14 stamvruchten	18,0	26,4	6,1	9,3	339	349	1,0	0,8	0	0

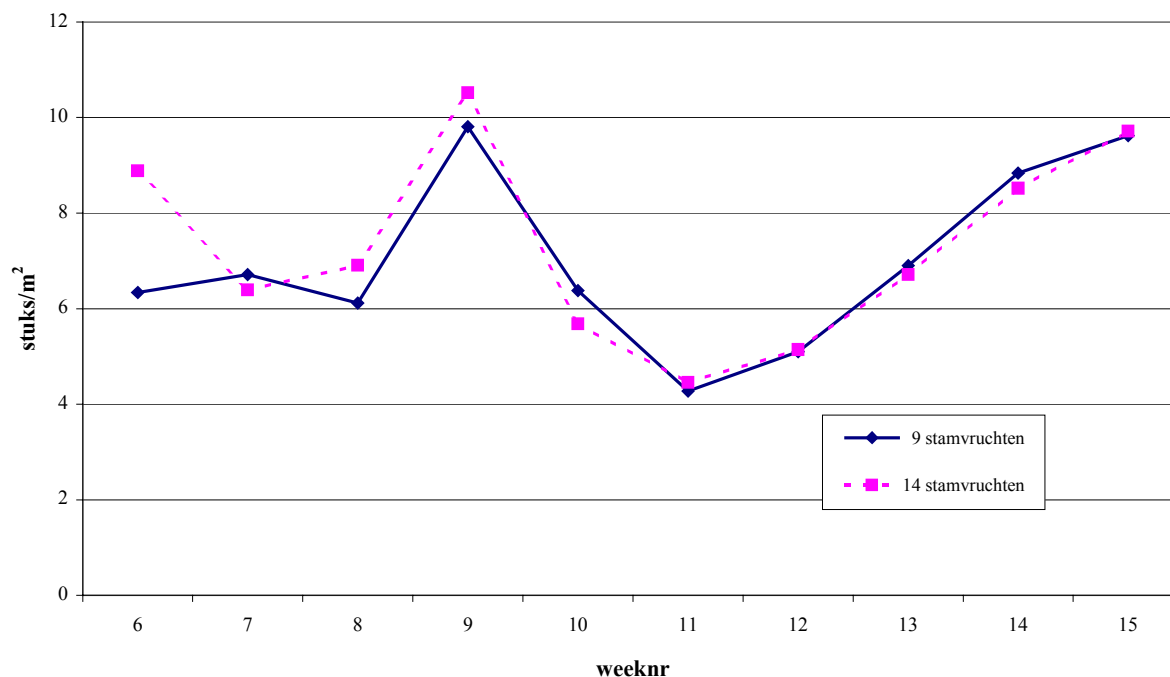
- Na ongeveer drie oogstweken zijn er bij de behandeling met de zwaarste plantbelasting rond de drie stuks per m² extra geoogst.
- De vruchten bij een hoge plantbelasting zijn wat lichter van gewicht.
- De hoogste plantbelasting geeft vroeg de meeste kilos.
- Er zijn nauwelijks verschillen in kwaliteit van de geoogste komkommers onder invloed van de plantbelasting.

Tabel 15: **Totaal productie** en kwaliteit per plantbelasting en belichtingsintensiteit tot en met week 15 (+ 14 april 2003).

Plantbelasting	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
9 stamvruchten	63,2	77,0	24,6	31,6	386	402	7,7	8,8	0,4	0,3
14 stamvruchten	66,9	79,0	25,7	31,9	380	397	6,5	8,0	0,4	0,4

- De hoogste plantbelasting heeft op het eind van de proef nog een voorsprong op de lagere plantbelasting van 2 tot bijna 4 vruchten per m². In kilos is er op het eind nog maar weinig verschil tussen de beide behandelingen bij 15 kLux, maar bij 10 kLux is er nog een positief verschil voor de hoogste plantbelasting van 1 kilo per m².
- Bij een hogere plantbelasting is het vruchtgewicht zo'n 5 g lager.
- Een hoge plantbelasting gaat niet ten koste van de kwaliteit.

In figuur 10 wordt het verloop van de stuksproductie bij een plantbelasting van 9 en 14 stamvruchten gemiddeld over 10 en 15 kLux weergegeven.



Figuur 10: De stuksproductie per week bij een lage en hoge plantbelasting met stamvruchten gemiddeld over beide belichtingsintensiteiten in de tweede komkommerteelt.

Vooraf in de eerste oogstweek worden er bij de hoge plantbelasting duidelijk meer stuks geoogst. Ook in de derde en vierde oogstweek is de productie bij het aanhouden van 14 stamvruchten wat hoger. Daarna is er weinig verschil meer tussen de twee verschillende behandelingen.

3.2.2.5 Combinatie van optimale behandelingen

Evenals in de eerste teelt is bij de tweede teelt ook gekeken naar de combinatie van optimale behandelingen voor wat betreft de productie. Ook kon hier het ras Aviance met de andere twee rassen worden vergeleken, omdat dit ras alleen bij de combinatie van een hoge plantdichtheid en hoge

plantbelasting stond. In de tabellen 16 en 17 zijn de resultaten weergegeven van de combinatie van de drie rassen met een hoge plantdichtheid en plantbelasting bij 10 en 15 kLux na respectievelijk 3 en 10 oogstweken.

Tabel 16: Vroege productie bij de optimale combinatie van behandelingen (2,2 planten/m² en 14 stamvruchten) bij drie rassen en 10 en 15 kLux tot en met week 8 (na circa 3 oogstweken).

Ras	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Balance	18,4	28,9	6,3	10,3	342	356
Phoenix	21,3	31,0	7,2	11,2	338	361
Aviance	18,6	29,3	6,3	10,1	339	345
<i>Gemiddeld</i>	<i>19,4</i>	<i>29,7</i>	<i>6,6</i>	<i>10,5</i>	<i>340</i>	<i>354</i>

- Phoenix geeft na ongeveer drie oogstweken twee tot drie vruchten per m² meer dan de andere twee rassen. In kilos is de meerproductie bij dit ras bij zowel 10 als 15 kLux ongeveer één kilo per m².
- Bij 10 kLux zijn er tussen de rassen weinig verschillen in vruchtgewicht. Bij 15 kLux zijn de vruchten van Phoenix en Balance zwaarder dan van Aviance.
- Bij 15 kLux zijn de vruchten zwaarder dan bij 10 kLux.
- De meerproductie gemiddeld over de drie rassen bedraagt bij 15 kLux ten opzichte van 10 kLux na ongeveer drie oogstweken ruim 10 vruchten ofwel 4 kg/m². Dat is procentueel gezien respectievelijk 53 en 59%.
- In de eerste drie oogstweken zijn bij 10 en 15 kLux gemiddeld respectievelijk bijna 6,5 en 10 vruchten per m² geoogst!

Tabel 17: Totaalproductie en kwaliteit na ruim 10 oogstweken bij de optimale combinatie van behandelingen (2,2 planten/m² en 14 stamvruchten) bij drie rassen en 10 en 15 kLux tot en met week 15 (+14 april).

Ras	Stuks/m ² (klasse I + II)		Kg/m ² (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m ²		Kg stek/m ²	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Balance	68,7	83,7	25,8	33,4	372	393	6,8	9,1	0,4	0,3
Phoenix	68,2	82,2	26,4	34,4	386	407	6,7	7,1	0,4	0,2
Aviance	71,7	81,1	27,3	32,0	371	388	4,7	6,9	0,4	0,4
<i>Gemiddeld</i>	<i>69,5</i>	<i>82,3</i>	<i>26,5</i>	<i>33,3</i>	<i>376</i>	<i>396</i>	<i>6,1</i>	<i>7,7</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>

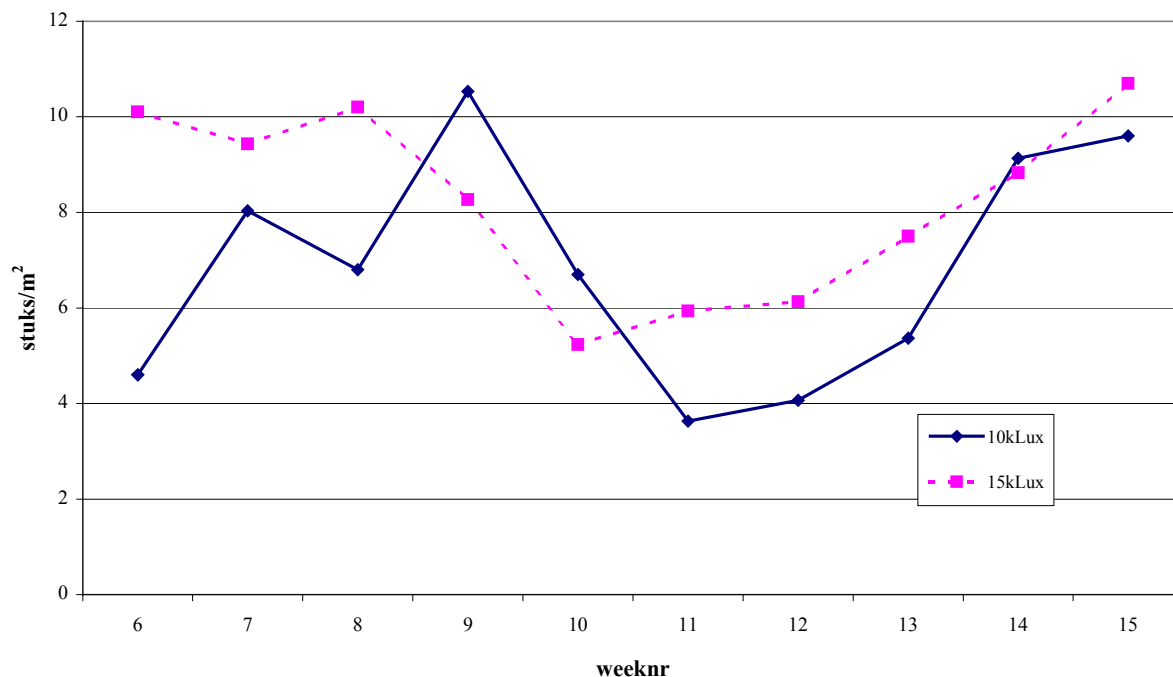
Ras:

- Bij 10 kLux geeft Aviance zo'n 3 vruchten per m² meer dan de andere twee rassen. Bij 15 kLux zijn de rasverschillen niet groot: Balance lijkt de meeste vruchten te geven en Aviance de minste.
- Evenals bij de stuks heeft Aviance bij 10 kLux de hoogste kilo-productie. Bij 15 kLux blijft Aviance wat achter qua kilos. Bij de hoogste lichtintensiteit geeft Phoenix 1 kilo per m² meer dan Balance. Dat is 3%.
- Van de drie rassen geeft Phoenix de zwaarste vruchten.
- Bij 10 kLux heeft Aviance iets minder klasse II-vruchten dan de andere rassen. Bij 15 kLux is het percentage klasse II bij Balance wat hoger.

Lichtintensiteit:

- Bij 15 kLux zijn de vruchten gemiddeld 20 g zwaarder dan bij 10 kLux.
- De meerproductie gemiddeld over de drie rassen bij 15 kLux ten opzichte van 10 kLux bedraagt na ongeveer 10 oogstweken bijna 13 vruchten of bijna 7 kilo per m². Dat is procentueel gezien respectievelijk 18 en 26%.
- Gemiddeld over de 10 oogstweken bedraagt de gemiddelde productie in stuks per week bij 10 en 15 kLux respectievelijk ongeveer 7 en 8 vruchten per m². De kilo-productie per week bedraagt respectievelijk 2,6 en 3,3 kg per m².
- Bij 15 kLux is het percentage klasse II iets hoger dan bij 10 kLux. In stek zijn de verschillen gering.

In figuur 11 is het verloop van de stuksproductie weergegeven bij 10 en 15 kLux bij de combinatie van optimale behandelingen gemiddeld over de drie rassen.



Figuur 11: Het verloop van de stuksproductie in de tweede belichte komkommerteelt bij de combinatie van optimale behandelingen gemiddeld over drie rassen bij zowel 10 als 15 kLux.

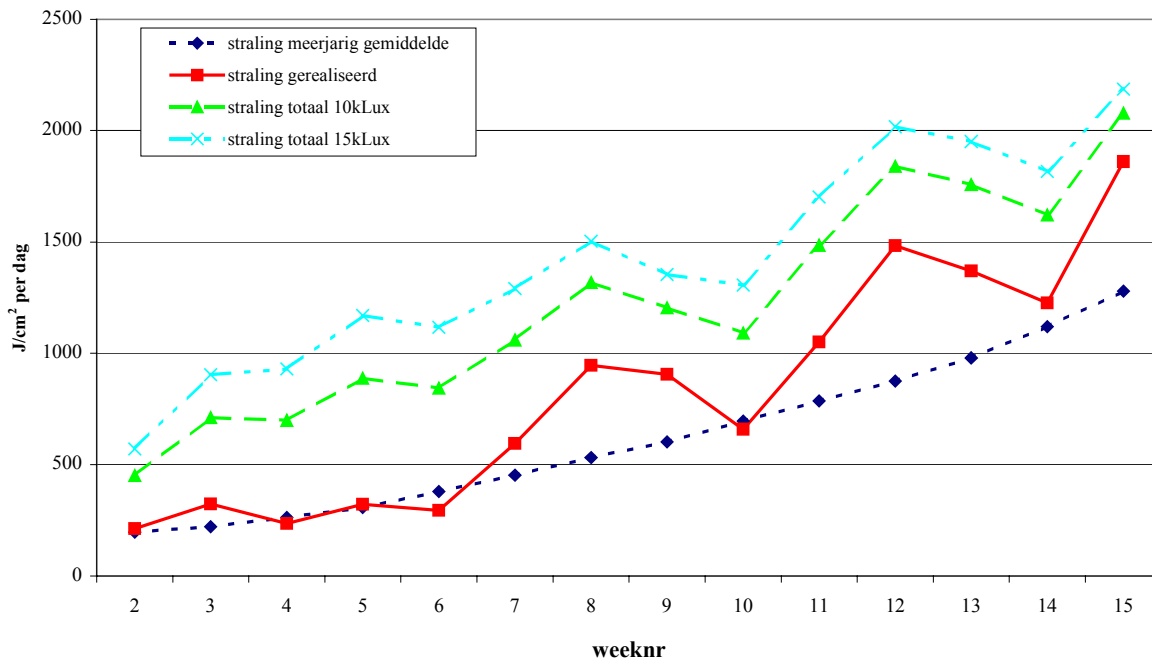
De productie komt in de afdeling met 15 kLux eerder op gang en blijft in de meeste weken ook op een hoger niveau dan bij 10 kLux. De productie bij 15 kLux ligt in de eerste drie oogstweken rond de 10 stuks/m². Bij 10 kLux is er na vier weken productie een productiepiek van ruim 10 vruchten/m². Bij 10 en 15 kLux vindt na respectievelijk zes en vijf weken een terugval in productie plaats. De productie zakt bij 15 kLux echter minder ver weg dan bij 10 kLux. Bij beide belichtingsintensiteiten wordt er in de laatste 2 weken, dat is in de negende en tiende oogstweek, veel geoogst.

In Bijlage 5 en 6 is het verloop per week van respectievelijk het aantal vruchten en kilos per m² voor de drie rassen bij 10 en 15 kLux weergegeven.

Aviance blijkt bij 10 kLux in de laatste oogstweek veel vruchten te geven ten opzichte van de andere twee rassen. Bij 15 kLux lijkt Phoenix wat sterkere fluctuaties in productie te vertonen dan de rassen Balance en Aviance.

3.2.3 Stralingsom en productie

Evenals in de eerste belichte teelt, is er bij de tweede teelt uitgerekend wat de stralingsom per week is geweest van de lampen, omgerekend naar de buitenomstandigheden. In figuur 12 is het verloop van de totale hoeveelheid licht voor de afdeling met 10 en 15 kLux weergegeven in combinatie met de hoeveelheid natuurlijke instraling en het meerjarig gemiddelde voor de instraling tijdens de teeltperiode.



Figuur 12: Hoeveelheid natuurlijke instraling, het meerjarig gemiddelde en de totale straling (kunstlicht + natuurlijk) per dag tijdens de tweede teelt bij 10 en 15 kLux.

De gerealiseerde stralingssom van het natuurlijk licht ligt alleen in week 6 iets onder het gemiddelde. In de weken 8, 9, 11, 12, 13 en 15 ligt deze duidelijk boven het gemiddelde. Gedurende de gehele teeltperiode (week 2 tot en met 15) is de stralingssom in 2003 32% hoger geweest dan het meerjarig gemiddelde!

Bij 10 en 15 kLux is de stralingssom van de lampen omgerekend naar het buitenlicht over de gehele periode respectievelijk 38.407 en 57.610 J/cm². De hoeveelheid natuurlijke instraling is in deze periode in totaal 80.402 J/cm². De totale stralingssom is bij 10 en 15 kLux dan ook respectievelijk 118.809 en 138.012 J/cm². De stralingssom van de lampen komt bij 10 en 15 kLux overeen met respectievelijk 48 en 72% van de natuurlijke straling in deze periode.

De gemiddelde stralingssom (natuur + lamplicht) per dag bedraagt in deze teelt bij 10 en 15 kLux respectievelijk 1212 en 1408 J/cm². Deze stralingssom komt overeen met een normale stralingssom van respectievelijk week 14 (begin april) en week 15 à 16 (half april).

Over de gehele teeltperiode is het verschil in stralingssom tussen de afdeling met 10 en 15 kLux zo'n 16%. Het verschil in kiloproductie bij 10 en 15 kLux aan het eind van de tweede teelt is ongeveer 26%. Dit betekent dat 1% meer licht, in de tweede teelt heeft geresulteerd in 1,6% meer productie.

Bij de optimale combinatie van behandelingen is gemiddeld over de drie rassen bij 10 en 15 kLux respectievelijk 26,5 en 33,3 kg/m² ofwel ongeveer 70 en 82 stuks/m² geproduceerd. Gezien de totale hoeveelheid straling tijdens de teeltperiode is er voor één kg product bij 10 en 15 kLux respectievelijk zo'n 4483 en 4144 J/cm² benodigd. Per komkommer is dit respectievelijk 1709 à 1677 J/cm².

3.3 Economische berekening belichting

3.3.1 Uitgangspunten

Bij de kostprijsberekening van beide teelten zijn de volgende uitgangspunten genomen:

- Kosten elektriciteit : € 0,054 /kWh
- Kosten gas : € 0,184 /m³
- Prijs lamp : € 26
- Prijs armatuur, bekabeling en installatie : € 220
- Vermogen lamp, inclusief voorschakelapparatuur, bekabeling, enz. : 675 W /armatuur
- Afschrijvingsduur belichtingsinstallatie : 7 jaar
- WKK is in combinatie met een rookgasreiniger
- Afschrijving naar teelten op basis van uren belichting:
 - eerste teelt, 10 kLux : 1394 uur
 - eerste teelt, 15 kLux : 1384 uur
 - tweede teelt, 10 kLux : 1343 uur
 - tweede teelt, 15 kLux : 1343 uur

3.3.2 Kostprijs

3.3.2.1 Eerste teelt

In tabel 18 zijn de kosten per kostenplaats weergegeven bij de combinatie van optimale behandelingen indien de benodigde elektriciteit voor de helft wordt ingekocht op het elektriciteitsnet en voor de helft wordt opgewekt via de WKK óf volledig wordt opgewekt via de WKK. De eerste teelt is echter niet optimaal verlopen door met name een zeer ernstige meeldauwaantasting. Door verdere optimalisering van de teelt moet een 20% hogere productie haalbaar zijn. Daarom is de kostprijs ook berekend als de productie 10 of 20% hoger zou zijn.

Tabel 18: Kostenberekening voor eerste komkommerteelt bij 50% of 100% WKK bij twee belichtingsintensiteiten

	50% WKK		100% WKK	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Productie (kg)	19,7	24,5	19,7	24,5
Plantmateriaal	2,03	2,03	2,03	2,03
Gas	4,20	6,02	8,02	11,83
Electriciteit	3,40	5,02	0,00	0,00
Overige toegerekende kosten	2,56	2,94	2,62	3,05
Duurzame productie middelen	3,03	3,03	3,03	3,03
Belichtingsinstallatie	3,50	5,25	3,50	5,25
WKK	2,09	2,88	3,65	5,23
Arbeid	5,12	5,44	5,12	5,44
Algemene kosten	0,59	0,59	0,59	0,59
Kostprijs per m ²	26,51	33,20	28,56	36,45
Kostprijs per kg	1,35	1,36	1,45	1,49
Kostprijs per kg bij productie +10%	1,23	1,24	1,33	1,36
Kostprijs per kg bij productie +20%	1,14	1,15	1,22	1,26

- Als wordt uitgegaan van de gerealiseerde productie in de proef bij de beste combinatie van behandelingen, dan komt de kostprijs per kg bij 50% WKK uit op circa € 1,35 en bij 100% WKK rond de € 1,47.

- Een 20% hogere productie is zeker reëel. Bij 50% WKK komt deze uit op zo'n € 1,14 per kg. Bij 100% stroomopwekking via de WKK is dit € 1,22 à € 1,26.

De energiekosten kunnen fluctueren in de loop van de tijd. Om inzicht te verkrijgen in de invloed hiervan op de berekeningen, zijn in tabel 19 de effecten van de energiekosten weergegeven uitgaande van de werkelijk gerealiseerde productie in de proef.

Tabel 19: Kostprijs bij een 10% hogere of lagere elektriciteits- en gasprijs in de eerste teelt.

	50% WKK		100% WKK	
	10.000 lux	15.000 lux	10.000 lux	15.000 lux
Kostprijs per kg	1,35	1,36	1,45	1,49
Kostprijs bij elektriciteit +10%	1,36	1,38	1,45	1,49
Kostprijs bij elektriciteit -10%	1,33	1,33	1,45	1,49
Kostprijs bij gasprijs + 10%	1,37	1,38	1,49	1,54
Kostprijs bij gasprijs -10%	1,32	1,33	1,41	1,44
Kostprijs bij gas en elektriciteit +10%	1,38	1,40	1,49	1,54
Kostprijs bij gas en elektriciteit - 10%	1,31	1,31	1,41	1,44

- De elektriciteits- en gasprijs hebben effect op de kostprijs. Als de elektriciteits- of gasprijs 10% stijgt of daalt, dan stijgt of daalt de kostprijs bij 50% WKK met 1 tot 3 eurocent.
- Als zowel de elektriciteits- als gasprijs 10% stijgen of dalen, stijgt of daalt de kostprijs met 3 tot 5 eurocent.

3.3.2.2 Tweede teelt

In tabel 20 zijn de kosten per kostenplaats weergegeven bij de combinatie van optimale behandelingen als de benodigde elektriciteit voor de helft wordt ingekocht op het elektriciteitsnet en voor de helft wordt opgewekt via de WKK óf volledig wordt opgewekt via de WKK.

Tabel 20: Kostenberekening voor de tweede komkommerteelt bij 50% of 100% WKK bij beide belichtingsintensiteiten.

	50% WKK		100% WKK	
	10.000 lux	15.000 lux	10.000 lux	15.000 lux
Productie (kg)	26,5	33,3	26,5	33,3
Plantmateriaal	3,28	3,28	3,28	3,28
Gas	4,42	5,78	7,76	11,33
Electriciteit	3,40	5,08	0,00	0,00
Overige toegerekende kosten	2,85	3,28	2,90	3,37
Duurzame productie middelen	3,31	3,31	3,31	3,31
Belichtingsinstallatie	3,30	4,95	3,30	4,95
WKK	1,94	2,68	3,39	4,87
Arbeid	6,09	6,55	6,09	6,55
Algemene kosten	0,64	0,64	0,64	0,64
Kostprijs per m ²	29,24	35,55	30,67	38,31
Kostprijs per kg	1,10	1,07	1,16	1,15

- De berekende kostprijs bij het gerealiseerde productieniveau in de proef komt bij 50% WKK uit op € 1,07 bij 15 kLux en € 1,10 bij 10 kLux. Bij 100% WKK is de kostprijs respectievelijk 8 en 6 eurocent hoger.

In tabel 21 zijn de effecten van stijgende of dalende energiekosten weergegeven in de tweede teelt.

Tabel 21: Kostprijs bij een 10% hogere of lagere elektriciteits- en gasprijs in de tweede teelt.

	50% WKK		100% WKK	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Kostprijs per kg	1,10	1,07	1,16	1,15
Kostprijs bij elektriciteit +10%	1,12	1,08	1,16	1,15
Kostprijs bij elektriciteit -10%	1,09	1,05	1,16	1,15
Kostprijs bij gasprijs + 10%	1,12	1,08	1,19	1,18
Kostprijs bij gasprijs -10%	1,09	1,05	1,13	1,12
Kostprijs bij gas en elektriciteit +10%	1,13	1,10	1,19	1,18
Kostprijs bij gas en elektriciteit - 10%	1,07	1,03	1,13	1,12

- De elektriciteits- en gasprijs hebben effect op de kostprijs. Als de elektriciteits- of gasprijs 10% stijgt of daalt, dan stijgt of daalt de kostprijs bij 50% WKK met 1 tot 2 eurocent.
- Als zowel de elektriciteits- als gasprijs 10% stijgen of dalen, stijgt of daalt de kostprijs met 3 tot 4 eurocent.

3.3.3 Energieverbruik en energie-efficiency

3.3.3.1 Eerste teelt

In tabel 22 is het energieverbruik, warmteoverschot en de energie-efficiency in de eerste teelt gegeven.

Tabel 22: Berekend gas- en electriciteitsverbruik, warmteoverschot en energie-efficiency per kg bij de eerste belichte komkommerteelt.

	50% WKK		100% WKK	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Productie (kg)	19,7	24,5	19,7	24,5
Gasverbruik (m ³ /m ²)	22,8	32,7	43,6	64,3
Electriciteitsverbruik (kWh/m ²)	66	98	0	0
Warmteoverschot (m ³ aardgasequivalenten/m ²)	4,7	11,7	15,2	27,8
Energieverbruik (MJ/kg)	72	104	79	116
Energieverbruik bij nuttig gebruik warmteoverschot (MJ/kg)	63	83	51	66

- Het totale gasverbruik voor elektriciteitsopwekking en verwarming stijgt in deze teelt per met rond de 45% m² bij 15 kLux ten opzichte van 10 kLux.
- Vooral bij volledige stroomopwekking via WKK, met name bij 15 kLux, is er een behoorlijk warmteoverschot.
- Het energieverbruik per kg is bij 15 kLux zo'n 45% hoger dan bij 10 kLux. Het energieverbruik per kilo is 10 à 12% hoger bij volledige stroomopwekking via de WKK ten opzichte van 50% stroom betrekken via het elektriciteitsnet.
- Als het warmteoverschot elders kan worden gebruikt, bijvoorbeeld in een naburige kas, dan is de energie-efficiency beter bij 100% WKK dan bij 50% WKK.

3.3.3.2 Tweede teelt

In tabel 23 is het energieverbruik, warmteoverschot en de energie-efficiency in de tweede teelt gegeven.

Tabel 23: Berekend gas- en elektriciteitsverbruik, warmteoverschot en energie-efficiency per kg bij de tweede belichte komkommerteelt.

	50% WKK		100% WKK	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
Productie (kg)	26,5	33,3	26,5	33,3
Gasverbruik (m ³ /m ²)	24,0	31,4	42,2	61,6
Elektriciteitsverbruik (kWh/m ²)	63	94	0	0
Warmteoverschot (m ³ aardgasequivalenten/m ²)	1,6	9,8	8,4	23,5
Energieverbruik (MJ/kg)	52	71	54	79
Energieverbruik bij nuttig gebruik warmteoverschot (MJ/kg)	50	59	44	49

- Het totale gasverbruik voor elektriciteitsopwekking en verwarming stijgt in de tweede teelt per m² bij 15 kLux ten opzichte van 10 kLux bij 50% en 100% WKK met respectievelijk circa 30% en 45%.
- Het warmteoverschot is gering bij 10 kLux en 50% WKK. Het warmteoverschot is hoog bij 15 kLux en 100% WKK.
- Het energieverbruik per kilo is bij 15 kLux zo'n 35 à 45% hoger dan bij 10 kLux. Het energieverbruik per kg is bij 10 kLux nauwelijks hoger en bij 15 kLux 10% hoger bij volledige stroomopwekking via de WKK ten opzichte van 50% stroom betrekken via het elektriciteitsnet.
- Als het warmteoverschot elders kan worden gebruikt, bijvoorbeeld in een naburige kas, dan is de energie-efficiency beter bij 100% WKK dan bij 50% WKK.

4 Discussie

In eerste instantie was het de bedoeling om in de proefperiode van ruim zes maanden één lange teelt te hebben. Dit bleek al snel niet realistisch en er is spoedig besloten om begin januari opnieuw te planten. De eerste teelt verliep in het begin erg goed. Er werden hoge producties bereikt, maar vanaf circa week 49 viel de productie sterk terug. Achteraf had waarschijnlijk een wat hogere temperatuur moeten worden gehandhaafd, zodat er minder rankvruchten zouden zijn geoogst rond week 47. Hierdoor zou het gewas mogelijk meer groeikracht overgehad hebben. Van verschillende kanten was echter, mede door ervaringen met belichting in andere gewassen, vooraf gewaarschuwd voor te veel gewasgroei. Het tegendeel was echter het geval.

Vanaf de start van de teelt was er een zeer hardnekkige echte meeldauwaantasting. Er moest zeer frequent worden gespoten tegen deze schimmelziekte, waar het gewas niet echt van opknapte. Uit andere proeven van het PPO in Naaldwijk blijkt dat de meeldauwaantasting veel sterker is in een belicht dan in een onbelicht komkommersgewas (Dik en Van der Gaag, persoonlijke communicatie). Uit deze proef komt naar voren dat de meeldauwaantasting ernstiger is bij een hogere belichtingsintensiteit. Telers hebben ook de ervaring dat meeldauw hardnekkiger is bij veel instraling, onder welke omstandigheden er tevens meer wordt gelucht. Een verklaring voor de sterkere aantasting bij een hogere lichtintensiteit is waarschijnlijk dat de meeldauwschimmel gevoelig is voor wisselende klimaatsomstandigheden, met name voor wisselende relatieve luchtvochtigheid. Bekend is dat een plotselinge verandering in luchtvochtigheid kan resulteren in het vrijkomen van sporen. Dit geldt ook voor licht, omdat het afrijpen van sporen lichtafhankelijk is (Wubben et al., 2002). Door het aan en uitschakelen van de lampen ontstaan er inderdaad sterke wisselingen in (blad)temperatuur en RV. Uit metingen blijkt dat de bladtemperatuur door het aanschakelen van de lampen 3 à 4°C toeneemt (De Graaf, persoonlijke communicatie). Mogelijk heeft de schimmel bij meer licht ook meer voedsel tot zijn beschikking. Indien wordt belicht, zijn partieel resistente rassen tegen meeldauw een must. In de tweede teelt is dan ook gebruik gemaakt van deze rassen en vormde meeldauw amper een probleem. Dit ook mede dankzij het snel ingrijpen via besputtingen tegen deze ziekte.

Het aantal belichte uren in de eerste en tweede teelt was circa 1390 en 1345 uur. Dat is in totaal 2735 uur. Achteraf had in de eerste teelt sneller met belichting gestart moeten worden. In de tweede teelt is er wel veel belicht, maar de normale instraling was ook al hoog, namelijk 32% meer dan het langjarig gemiddelde. Hierdoor zal het aantal belichte uren minder zijn dan in een normaal jaar. Tijdens de periode waarin de proef liep (oktober tot april) zal het aantal belichte uren al gauw richting de 3000 uur gaan.

Aan het einde van de eerste teelt, dat is na een teeltduur van circa 14 teeltweken, blijkt 1% meer licht 1% meer productie te geven. Na 9 teeltweken is deze verhouding echter 1: 1,4. Omdat in de laatste weken het aantal geproduceerde kilos tegenviel en er nauwelijks meerproductie was bij 15 kLux ten opzichte van 10 kLux, had er achteraf beter eerder overnieuw geplant kunnen worden. In de tweede teelt was de relatie tussen de hoeveelheid licht en de productie aanzienlijk beter. Aan het einde van deze teelt geeft 1% meer licht 1,6% meer productie. In de januariplanting is het gewas dus zeer efficiënt met het beschikbare licht omgegaan.

Als wordt berekend hoeveel licht er nodig is voor de productie van 1 kilo komkommers of één vrucht, dan blijkt dit bij 15 kLux bij beide teelten ongeveer gelijk te zijn. Per kilo en per vrucht bedraagt het aantal benodigde Joules respectievelijk ongeveer 4130 en 1670 J. Bij 10 kLux ligt het aantal Joules per eenheid product in de eerste teelt wat lager en in de tweede teelt per kilo 8% hoger. Waarschijnlijk heeft de plant bij 10 kLux in de januariplanting teveel assimilaten voor de groei gebruikt, want de groeikracht was hier duidelijk sterker dan bij 15 kLux.

In beide teelten waren de vruchten zwaarder bij 15 kLux dan bij 10 kLux. Vruchten groeien bij een hogere belichtingsintensiteit iets sneller uit. Als eenzelfde oogstfrequentie wordt gehandhaafd, zullen komkommervruchten bij een hogere belichtingsintensiteit dus wat zwaarder zijn.

In totaal over beide teelten bedraagt de gerealiseerde productie bij de beste behandelingen bij 10 en 15 kLux respectievelijk ruim 121 en 142 vruchten/m² ofwel 46 en 58 kg/m². Als ervan wordt uitgegaan dat een 20% hogere productie in de eerste teelt zeer wel mogelijk moet zijn, dan komt de productie uit op respectievelijk 132 en 154 vruchten/m² ofwel 50 en 63 kg/m².

Bij de berekening van de kostprijs is echter in eerste instantie uitgegaan van de gerealiseerde productie. Als in de eerste teelt een 20% hogere productie wordt genomen, daalt de kostprijs met ruim € 0,20.

Over beide teelten gezien komt de kostprijs per kilo bij 10 en 15 kLux dan uit op € 1,12 en € 1,10. De berekende kostprijzen zijn voor de situatie met 50% stroomopwekking via de WKK en de rest van de stroom betrekken van het elektriciteitsnet. Bij 100% stroomopwekking via de WKK liggen de kostprijzen 7 à 10 eurocent hoger (zie Bijlage 7).

De investeringen zijn over de beide teelten afgeschreven. De kostprijs van belichte komkommers zal dalen als ook buiten deze periode, bijvoorbeeld bij donker weer, wordt belicht. Dit geldt ook voor de WKK, die vaak ook in de rest van het jaar zal worden gebruikt. Dan kan immers het geproduceerde CO₂ door de WKK ook goed worden benut.

Door belichting toe te passen kan de productie beter worden gestuurd en kan in principe planmatig worden geteeld. Door tijdens donker weer de lampen te gebruiken, is men immers minder afhankelijk van wisselende weersomstandigheden.

Om de kostprijs verder te drukken zou door de WKK geproduceerde energie verkocht kunnen worden aan energiebedrijven. Het verhandelen van de stroom via de energiebeurs, de APX in Amsterdam, behoort ook tot de mogelijkheden. In bepaalde uren zijn de handelsprijzen voor stroom erg hoog. Momenteel wordt door telers al van deze mogelijkheid gebruik gemaakt.

Per kilo komkommers blijken de energiekosten voor belichting en verwarming rond de 30% van de kostprijs te liggen (zie Bijlage 7). Bij 10 kLux is dit 27% en bij 15 kLux is dit circa 32%. De energiekosten vormen bij belichting dus een belangrijk deel van de totale kostprijs. Als de energiekosten omlaag gebracht zouden kunnen worden, zou dit belichting voor telers aantrekkelijker maken. Nu vormen de relatief hoge kostprijs voor belichte komkommers, naast de onzekerheid over de te verkrijgen prijs voor de komkommers, nog een struikelblok voor telers om belichting toe te gaan passen.

De lichtefficiëntie van lampen zou nog aanzienlijk moeten worden verbeterd. Momenteel wordt hieraan door lampfabrikanten gewerkt, maar het zal nog een aantal jaren duren voordat deze lampen beschikbaar komen. Daarbij zullen de lampen ook niet te veel mogen kosten. Volgens berekeningen vormen lampkosten nu circa 12 à 15% van de kostprijs per kilo komkommers. De lampkosten liggen momenteel rond de 45% van de energiekosten. Van de totale belichtingskosten (armaturen, lampen en energie) bedraagt het kostenaandeel van de armaturen + lampen ruim 30% (Bijlage 7). Ondermeer door aanpassing van armaturen zijn er echter nu al mogelijkheden om met de huidige Son T-lampen de lichtefficiëntie te verbeteren.

Stel dat de kostprijs, waarbij een belichte teelt rendabel zou zijn, ligt op € 0,35 per komkommer. Bij een vruchtgewicht van 380 of 400 gram gaan er 2,6 of 2,5 komkommers in een kilo. De kostprijs per kilo komt dan uit op circa € 0,90. Uit Bijlage 7 kan worden opgemaakt dat dan de kostprijs gemiddeld over beide teelten nog met € 0,22 en € 0,20 per kilo bij respectievelijk 10 en 15 kLux (50% WKK) zou moeten zakken om rendabel te zijn. Als deze daling geheel van de energiekosten zou moeten komen, dan zouden de energiekosten per kilo komkommers nog moeten dalen tot € 0,09 en 0,15 bij respectievelijk 10 en 15 kLux (50% WKK). Dit betekent een daling van de energiekosten bij 10 en 15 kLux met respectievelijk 78 en 57%.

Door te belichten stijgt het energieverbruik dus fors. Bij 100% stroomopwekking met de WKK is het totale gasverbruik voor verwarming en elektriciteit bij een belichtingsintensiteit van 10 en 15 kLux over beide teelten respectievelijk 86 en 126 m³/m². Het warmteoverschot is dan respectievelijk 24 en 52 m³/m². Bij 50% stroomopwekking met de WKK en de rest van de stroom betrekken via het elektriciteitsnet bedraagt het totale gasverbruik respectievelijk 47 en 64 m³/m². Het warmteoverschot is dan respectievelijk 6 en 22 m³/m². Ook bij een nuttig gebruik van het warmteoverschot in bijvoorbeeld een onbelichte kas, zal het energieverbruik per kilo product bij een hogere belichtingsintensiteit echter stijgen en dus de energie-efficiëntie dalen.

Door gebruik te maken van belichting zal er in de kas minder energie benodigd zijn voor verwarming. In een lege kas zonder gewas is de temperatuurstijging per 1000 Lux ongeveer 0,9°C. In een kas met een komkommersgewas zal de temperatuurstijging lager zijn, omdat voor de gewasverdamping energie benodigd is. Deze verdamping neemt toe naarmate er meer licht is. Een inschatting is dat de temperatuurstijging in een kas met een volgroeid gewas circa 0,6°C per 1000 Lux bedraagt. Bij 10 en 15 kLux betekent dit een temperatuurstijging van respectievelijk ongeveer 6 en 9°C. Afhankelijk van de teelt was de buistemperatuur in de proef 10 à 6°C lager bij 15 dan bij 10 kLux. Het berekende gasverbruik voor de buisverwarming in de afdeling met 15 kLux was circa 30% lager dan in de afdeling met 10 kLux.

In de eerste proef blijkt het financieel aantrekkelijk te zijn om nauwer te planten. Uit een kostprijsberekening op basis van de gerealiseerde productie blijkt dat de kostprijs bij 10 en 15 kLux daalt met respectievelijk € 0,11 en € 0,14 door de plantdichtheid te verhogen van 1,4 naar 1,8 planten/m². Op grond van de behaalde resultaten is in de tweede proef nog meer verhoogd, namelijk 1,8 en 2,2 planten/m². Uit berekeningen blijkt dat de kostprijs in de tweede teelt bij 10 en 15 kLux dan nog steeds daalt en wel met respectievelijk € 0,03 en € 0,09. Waarschijnlijk ligt een plantdichtheid van 2,2 planten bij de lagere lichtintensiteit dicht bij het optimum, omdat de daling in kostprijs daar duidelijk geringer is. Maar voor een nog beter financieel resultaat zou men in een januariplanting zeker bij 15 kLux, nog meer planten per m² moeten zetten.

Als de plantdichtheid in zowel de oktober- als januariplanting toeneemt met 1%, levert dit een meerproductie op van rond de 0,5%. Aantrekkelijk is dat de kwaliteit hierdoor niet wordt verminderd. Bij nauwer planten zal men wel goed de plant in balans moeten houden en ervoor moeten zorgen dat er niet teveel groei wordt gecreëerd. Anders zal het gepaard gaan met extra arbeid.

In de beide proeven geeft meer stamvruchten aanhouden een hogere productie en een beter financieel resultaat. In de oktoberplanting daalt de kostprijs met € 0,05 à € 0,07 cent als het aantal aangehouden stamvruchten stijgt van 7 naar 12. In de januariplanting daalt de kostprijs met € 0,01 tot € 0,05 als het aantal stamvruchten toeneemt van 9 naar circa 14.

In beide teelten is de RV bij 15 kLux, ondanks een wat hogere gerealiseerde temperatuur, gemiddeld rond de 5% hoger dan bij 10 kLux. De belangrijkste oorzaak hiervan moet gezocht worden in de hogere verdamping bij meer licht. Uit metingen met de weeggoet blijkt dat de verdamping in de eerste en tweede teelt bij 15 kLux respectievelijk 40 en 25% hoger is (De Graaf, persoonlijke communicatie). Mogelijk heeft daarbij ook een rol gespeeld dat de afdeling met 15 kLux aan één kant grensde aan een afdeling waarin paprika's werden geteeld en de afdeling met 10 kLux aan één zijde grensde aan een relatief koel corridor. Daardoor zal er bij de 10 kLux-afdeling meer condensatie hebben plaatsgevonden dan bij de 15 kLux.

Evenals bij een normale (=onbelichte) teelt is het uit productie- en kwaliteitsoogpunt belangrijk om sterke pieken en dalen in de productie te voorkomen. In de tweede teelt is dit geprobeerd door de kop er op een later tijdstip uit te halen. De indruk is dat dit inderdaad een positief effect heeft gehad op de regelmaat in productie, hoewel er toch duidelijke schommelingen waren in de productie. Bij het ras Phoenix was dit sterker dan bij de andere twee rassen.

De belichtingsproef is uitgevoerd bij een traditioneel, zogenaamd paraplusysteem. Hoewel er zeker in de januariplanting met dit systeem hoge producties zijn behaald, zou belichting in combinatie met een hogedraadteelt waarschijnlijk qua productie, kwaliteit en continuïteit nog beter zijn. In beide teelten was er op een gegeven moment toch een dip in de productie en kwaliteit. Ook op teeltbedrijven neemt na de oogst van het eerste 'zetsel' aan de ranken de kwaliteit veelal af. Bij een hogedraadteelt kan er vrijwel continu een uniform product van een zeer goede kwaliteit worden geoogst. In Finland en Noorwegen worden belichte komkommers meestal ook aan de hogedraad geteeld. Omdat de kop steeds omhoog groeit, wordt het aanwezige licht immers beter opgevangen en zijn hoge producties mogelijk. Belichtingsonderzoek bij een hogedraadteelt onder Nederlandse omstandigheden zou dan ook interessant zijn.

Ook bij de traditionele teeltwijze is echter hoogstwaarschijnlijk nog een verdere optimalisering mogelijk. Door ondermeer steeds gebruik te maken van meeldauwresistente rassen hoeft meeldauw geen probleem meer te zijn. Waarschijnlijk kunnen er nog hogere CO₂-gehalten aangehouden worden, mogelijk meer richting de 1000 ppm. Door de sterkere gewassen onder belichting zal er immers minder snel CO₂-schade

ontstaan. Ook in Finland en Engeland worden hogere CO₂-gehalten aangehouden dan in deze proef. Door voorzichtiger te zijn met luchten kunnen ook hogere gehalten worden gerealiseerd. Verder lijkt nauwer planten nog financieel aantrekkelijk en zijn er waarschijnlijk nog mogelijkheden om via optimalisering van de temperatuur hogere producties te realiseren.

In de eerste teelt is een vroeg met een laat ras vergeleken, namelijk Mystica met Euphoria. De vraag was namelijk of onder winterse weersomstandigheden met belichting een winter- of een zomerras geteeld moet worden. De eindproducties tussen de rassen zijn echter nauwelijks verschillend. Op grond van deze proef kan men dus concluderen dat het weinig uitmaakt of bij belichting in de winter een vroeg of laat ras wordt gekozen.

Door het PPO is half februari een smaakproef uitgevoerd met de belichte komkommers bij 10 en 15 kLux in vergelijking met onbelichte komkommers. Er waren echter geen betrouwbare verschillen in aangenaamheid tussen de belichte en onbelichte komkommers (Kersten, 2003). Het is positief dat belichte komkommers, ondanks hoge producties in die periode, in ieder geval niet minder van smaak waren.

5 Conclusies

- In totaal is er in de proefperiode zo'n 2735 uur belicht. Het aantal belichtingsuren ligt in de eerste teelt (oktoberplanting) rond de 1390 uur en in de tweede teelt (januariplanting) is dit 1345 uur. Per teeltperiode betekent dit per dag respectievelijk 14,6 en 13,7 uur belichting.
- Tijdens de oktober- en januariplanting is de natuurlijke instraling respectievelijk 5% minder en 32% meer geweest dan normaal.
- Omgerekend naar het buitenlicht ligt de gemiddelde stralingssom per dag van het natuur- en lamplicht in de eerste teeltperiode bij 10 en 15 kLux respectievelijk op 790 en 1020 J/cm² en in de tweede teeltperiode respectievelijk op 1210 en 1410 J/cm². Dit is te vergelijken met een stralingssom respectievelijk begin en eind maart en begin en half april.
- Vooral in de tweede belichte teelt zijn hoge kastemperaturen aangehouden, waarbij de gerealiseerde temperatuur bij 15 kLux gemiddeld 0,4 à 0,7°C hoger lag dan bij 10 kLux.
- Ten opzichte van 10 kLux is er voor de buisverwarming bij 15 kLux circa 30% minder gas nodig.
- De gewas- en vruchtontwikkeling verloopt sneller bij een hogere belichtingsintensiteit.
- In de eerste teelt was er een zeer hardnekkige aantasting van echte meeldauw. Een hogere belichtingsintensiteit geeft meer meeldauwaantasting. Gezien de gevoeligheid voor echte meeldauw is bij belichting een (partieel) meeldauwresistent ras een noodzaak.
- In de eerste teelt zijn er in het begin hoge producties behaald. Later valt de productie sterk terug, mede door de schrale gewasstand.
- De productie per oogstweek bij de combinatie van optimale behandelingen is in de eerste teelt bij 10 en 15 kLux respectievelijk ruim 5 en 6 vruchten/m² ofwel 1,9 en 2,4 kg/m². In de tweede teelt is deze respectievelijk bijna 7 en ruim 8 vruchten/m² ofwel 2,6 en 3,3 kg/m².
- De eerste teelt kan nog verder worden geoptimaliseerd, waarbij een productieverhoging van 20% of meer mogelijk moet zijn. In de januariplanting is de productie bij 15 kLux anderhalf tot twee keer zo hoog als wat in de praktijk in een onbelichte teelt wordt gerealiseerd.
- In totaal zijn er over beide teelten bij de beste behandelingen bij 10 en 15 kLux respectievelijk ruim 121 en 142 vruchten/m² ofwel 46 en 58 kg/m² geoogst.
- Bij een hogere belichtingsintensiteit worden de vruchten zwaarder.
- Het aantal benodigde Joules per kilo komkommers ligt in beide teelten bij 15 kLux op ongeveer 4130 J. Bij 10 kLux is het aantal Joules per eenheid product in de eerste teelt wat lager en in de tweede teelt zo'n 8% hoger.
- Tussen de rassen zijn de productie- en kwaliteitsverschillen niet groot. In de eerste en tweede teelt leveren respectievelijk Mystica en Phoenix de zwaarste vruchten.
- Aan het einde van de eerste en tweede teelt geeft 1% meer licht (natuur + lamp) respectievelijk 1 en 1,6% meer productie.
- Nauwer planten levert meer productie bij een gelijke kwaliteit op. Per 1% hogere plantdichtheid is in zowel de eerste als tweede teelt is de meerproductie rond de 0,5%. Dit leidt tot een lagere kostprijs.
- Aan het einde van zowel de eerste als tweede teelt, betekent 5 stamvruchten meer aanhouden een productieverhoging van 3 vruchten/m² en een lagere kostprijs. Het gaat niet ten koste van de kwaliteit.
- Als uitgegaan wordt van het reële uitgangspunt van een 20% hogere productie dan gerealiseerd in de eerste teelt, dan komt de kostprijs per kilo bij de optimale combinatie van behandelingen over beide teelten bij 10 en 15 kLux uit op respectievelijk € 1,12 en € 1,10. De berekende kostprijzen zijn voor de situatie met 50% stroomopwekking via de WKK. Bij 100% stroomopwekking via de WKK liggen de kostprijzen 7 à 10 eurocent hoger.
- De kosten voor energie en belichtingsapparatuur liggen respectievelijk rond de 30 en 13% van de kostprijs per kilo.
- Zelfs als het warmteoverschot in bijvoorbeeld een onbelichte kas nuttig kan worden gebruikt, stijgt het energieverbruik per kilo product bij een hogere belichtingsintensiteit en daalt dus de energie-efficiëntie per kilo product.
- Bij een hogere belichtingsintensiteit zijn planten gevoeliger voor Botrytis. Aan het einde van de tweede teelt zijn er bij 10 en 15 kLux respectievelijk 4 en 23% van de planten door Botrytis aangetast. Phoenix lijkt gevoeliger voor Botrytis dan Balance.

Literatuur

- Disco, A., 2003. Finse paprikateler steekt zijn licht op. Groenten & Fruit, 3 april 2003, p. 22-23.
- Janse, J., 2003. Hoge productie bij belichting komkommer. Groenten & Fruit, 19 juni 2003, p. 24-25.
- Kersten, M., 2003. Smaakproef komkommer belichtingsproef. Kort verslag PPO,
- Wubben, J.P., C. Lanser, I. Bosker, H. Schüttler en H. Koedijk, 2002. Echte meeldauw in Potplanten. Epidemiologie en geïntegreerde bestrijding, PPO rapport 556.

Bijlage 1

Tabel 24: Klimaatinstellingen voor de kasafdelingen met 10 en 15 kLux tijdens de eerste teeltperiode (1 oktober 2002 tot 3 januari 2003).

Datum	Stooktemperatuur (°C)				Ventilatietemperatuur (°C)				Periode belichting (uur)		CO ₂ (ppm)
	10 kLux		15 kLux		10 kLux		15 kLux		10 kLux	15 kLux	
	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag			
1/10	20	21	20	21	21	22	21	22	-	-	700
3/10	21	21	21	21	21,5	21,5	21,5	21,5	12 - 16 ¹⁾	12 - 16 ¹⁾	700
9/10	21	21	21	21	21,5	21,5 +2	21,5	21,5 +2	12 - 20 ¹⁾	12 - 20 ¹⁾	700
17/10	16	21	16	21	17	22 +2	17	22 +2	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	700
24/10	17,5	20,5	18	21	18,5	21,5 +2	19	22 +2	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
30/10	18,5	20,5	19	21	19,5	21,5 +2	20	22 +2	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
28/11	18,5	20,5	19	20	19,5	21,5 +2	20	21 +2	0 - 20 ²⁾	0 - 20 ²⁾	800
3/12	20,5	20,5	22	22	23,5	23,5	25	25	2 - 20	4 - 20	600
10/12	20,5	20,5	21	21	25	25	25	25	2 - 20	2 - 20	600
27/12	21	22	21	22	25	25	25	25	2 - 20	2 - 20	1000

¹⁾ belichting uit bij instraling > 200 W/m², dode zone van 50 W/m²

²⁾ belichting uit bij instraling > 250 W/m², dode zone van 50 W/m²

Tabel 25: Klimaatinstellingen voor de kassen met 10 en 15 kLux tijdens de tweede teeltperiode (7 januari 2003 tot 15 april 2003).

Datum	Stooktemperatuur (°C)				Ventilatietemperatuur (°C)				Periode belichting (uur)		CO ₂ (ppm)
	10 kLux		15 kLux		10 kLux		15 kLux		10 kLux	15 kLux	
	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag			
8/1	21	21	21	21	27	27	27	27	7,30-20	7,30-20	700
16/1	22	24	21,5	25	27	27	27	27	7,30-20 ¹⁾	7,30-20 ¹⁾	700
23/1	22	24	21,5	25	27 ²⁾	27 ²⁾	27 ²⁾	27 ²⁾	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
4/2	21	23	20	23	27 ²⁾	27 ²⁾	27 ²⁾	27 ²⁾	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
11/2	21	23	21,5	21,5	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
18/2	21	23	21,5	21,5	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	0 - 20 ³⁾	0 - 20 ³⁾	800
20/2	21	23	21,5	21,5	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	4 - 20 ³⁾	4 - 20 ³⁾	800
25/2	21	21	21	21	25	25	25	25	4 - 20 ¹⁾	4 - 20 ¹⁾	900
5/3	21	21	21	21	25	25	25	25	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	900
12/3	16	23	18	23	26	26	25	25	0 - 20 ³⁾	0 - 20 ³⁾	1000
25/3	16	23	18	23	26	26	26	26	0 - 20 ³⁾	0 - 20 ³⁾	1000
28/3	20	23	20	23	26	26 ⁴⁾	26	26 ⁴⁾	0 - 20 ³⁾	0 - 20 ³⁾	1500

¹⁾ belichting uit bij instraling > 200 W/m², dode zone van 50 W/m²

²⁾ maximum lucht 5%

³⁾ belichting uit bij instraling > 300 W/m², dode zone van 25 W/m²

⁴⁾ na 14,30 uur ventilatietemperatuur op 27°C

Bijlage 2

Tabel 26: Gerealiseerd klimaat per week in de eerste belichte komkommerteelt (teeltperiode 1 oktober 2002 tot 3 januari 2003) in de afdeling met respectievelijk 10 en 15 kLux.

Week-nummer	Etmaaltemperatuur (°C)		Etmaal RV (%)		Buistemperatuur (°C)		CO ₂ dag (lichtperiode) (ppm)		Belichtingsduur /dag (uur)	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
40	22,3	22,2	64	67	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾
41	21,3	21,5	62	65	41,4	37,2	681	630	3,4	3,4
42	20,7	21,0	75	78	36,9	27,6	720	650	10,9	10,9
43	20,5	21,1	80	82	37,9	26,5	567	509	17,3	17,3
44	20,7	21,5	81	82	29,8	25,8	704	595	16,0	16,0
45	20,4	21,3	78	81	32,8	26,3	728	704	18,3	18,3
46	20,3	21,3	81	84	30,2	25,4	863	836	17,6	17,6
47	20,3	21,3	82	85	33,9	29,9	1043	875	18,1	18,1
48	20,1	20,8	81	86	40,7	26,5	903	897	17,9	17,9
49	20,4	22,0	76	84	53,9	31,5	764	669	17,9	17,1
50	20,3	21,6	74	83	46,4	25	633	651	17,3	17,0
51	20,6	21,8	81	87	35,9	24,8	653	677	16,4	16,4
52	21,0	21,9	85	88	39,9	28,2	904	933	16,7	16,7
1	21,6	22,1	81	86	48,8	43,7	926	899	16,1 ¹⁾	16,1 ¹⁾
<i>gemiddeld</i>	<i>20,8</i>	<i>21,5</i>	<i>77</i>	<i>81</i>	<i>39,1</i>	<i>29,1</i>	<i>776</i>	<i>733</i>	<i>14,6</i>	<i>14,5</i>

¹⁾ Geen volledige week

Tabel 27: Gerealiseerd klimaat per week in de tweede belichte komkommerteelt (teeltperiode 7 januari 2003 tot 15 april 2003) in de afdeling met respectievelijk 10 en 15 kLux.

Week-nummer	Etmaaltemperatuur (°C)		Etmaal RV (%)		Buistemperatuur (°C)		CO ₂ dag (lichtperiode) (ppm)		Belichtingsduur /dag (uur)	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
2	20,7	21,2	49	56	46	39	812	751	7,7	7,7
3	22,0	22,6	65	72	55,6	48,1	723	716	12,5	12,5
4	23,0	23,5	71	79	50,1	39,7	725	734	14,9	14,9
5	22,8	23,4	73	82	51	35	721	734	18,2	18,2
6	21,8	22,7	76	84	42,3	32,3	733	762	18,8	18,8
7	21,5	21,8	71	79	53,5	42,4	709	727	15,9	15,9
8	22,3	22,3	70	80	42,4	37,4	747	783	12,7	12,7
9	22,2	22,6	76	81	44,7	39,3	740	751	10,7	10,7
10	21,7	22,3	76	82	44,9	37,6	786	799	15,5	15,5
11	22,0	22,7	74	80	42,5	37,4	765	780	15,5	15,5
12	22,9	23,2	77	77	38,3	40,9	809	813	12,8	12,8
13	23,4	23,6	78	80	39,8	34,7	764	774	13,9	13,9
14	23,3	23,6	77	79	42,6	43,4	1016	1072	14,7	14,7
15	23,4	23,7	72	77	39,6	43,9	915	1005	8,1	8,1
<i>Gemiddeld</i>	<i>22,4</i>	<i>22,8</i>	<i>72</i>	<i>78</i>	<i>45,2</i>	<i>39,4</i>	<i>783</i>	<i>800</i>	<i>13,7</i>	<i>13,7</i>

Bijlage 3

Tabel 28: Gerealiseerde EC en pH in de mat in de eerste belichte komkommerteelt (teeltperiode 7 januari 2003 tot 15 april 2003) bij 10 en 15 kLux.

Datum	Gerealiseerde EC (mS/cm)		Gemeten pH	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
7/10	2,8	2,8	6,7	6,7
11/10	3,1	3,1	6,6	6,5
14/10	3,2	3,0	6,5	6,4
17/10	3,3	3,2	6,5	6,5
21/10	2,9	2,8	6,5	6,5
25/10	3,0	3,1	6,5	6,7
30/10	3,4	3,1	6,3	6,6
1/11	3,8	4,3	5,9	6,3
4/11	3,6	4,2	5,9	6,6
6/11	3,3	4,2	6,1	6,7
11/11	2,9	3,4	6,1	6,8
15/11	.	2,5	.	6,7
18/11	2,7	3,0	6,4	6,7
26/11	2,7	2,5	6,5	7,0
2/12	3,2	2,2	7,0	6,5
6/12	3,2	2,4	7,0	6,7
10/12	4,0	3,0	6,2	6,0
13/12	3,7	3,8	7,1	7,0
15/12	3,8	3,8	6,9	6,7
19/12	3,6	3,6	6,8	6,8
23/12	3,3	3,2	6,7	6,6
27/12	2,6	2,7	6,6	6,4
<i>Gemiddeld</i>	<i>3,2</i>	<i>3,2</i>	<i>6,5</i>	<i>6,6</i>

Tabel 29: Gerealiseerde EC en pH in de mat in de tweede belichte komkommerteelt (teeltperiode 1 oktober 2002 tot 3 januari 2003) bij 10 en 15 kLux.

Datum	Gerealiseerde EC (mS/cm)		Gemeten pH	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
15/1	2,3	1,8	6,8	6,7
20/1	2,1	1,7	7,1	6,9
27/1	1,6	1,1	7,0	6,7
3/2	1,9	1,4	6,6	6,7
7/2	1,8	1,7	6,6	6,7
10/2	1,7	1,8	6,5	6,8
13/2	2,2	2,7	6,2	6,3
17/2	2,3	2,9	6,7	6,4
20/2	2,6	3,1	6,6	6,4
24/2	3,3	3,3	6,5	6,7
27/2	3,2	2,7	6,6	6,9
3/3	2,9	3,4	6,7	6,6
7/3	2,4	3,1	6,7	6,7
10/3	2,0	2,5	6,9	6,6
14/3	2,0	2,1	7,1	6,6
17/3	2,3	2,4	6,5	6,0
20/3	2,0	2,2	6,6	6,0
26/3	2,4	2,7	6,6	6,2
31/3	2,9	3,2	6,1	6,2
10/4	3,2	3,4	6,2	6,2
<i>Gemiddeld</i>	<i>2,4</i>	<i>2,5</i>	<i>6,6</i>	<i>6,5</i>

Bijlage 4

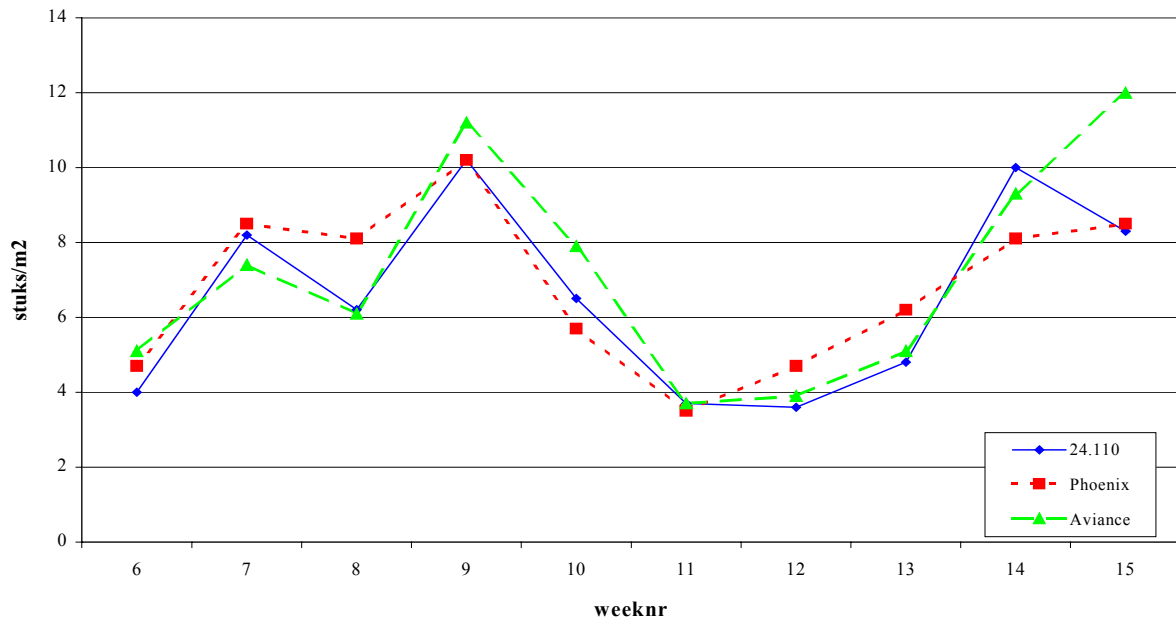
Tabel 30: Uitgevoerde bespuitingen met middelen tegen ziekten en plagen in eerste belichte komkommerteelt in beide afdelingen.

Datum	Meeldauw	Trips	Witte vlieg
2/10	Baycor		
7/10		Vertimec	
10/10	Baycor		
15/10	Baycor		
18/10	Nimrod		
25/10	Nimrod		
30/10	Nimrod		
4/11	Fungaflor		
8/11	Fungaflor		
13/11	Fungaflor		
14/11			InseCare
15/11			Plenum
21/11	Nimrod		
25/11	Rocket		
29/11	Rocket		
5/12	Rocket		
10/12	Nimrod		
20/12		Vertimec	

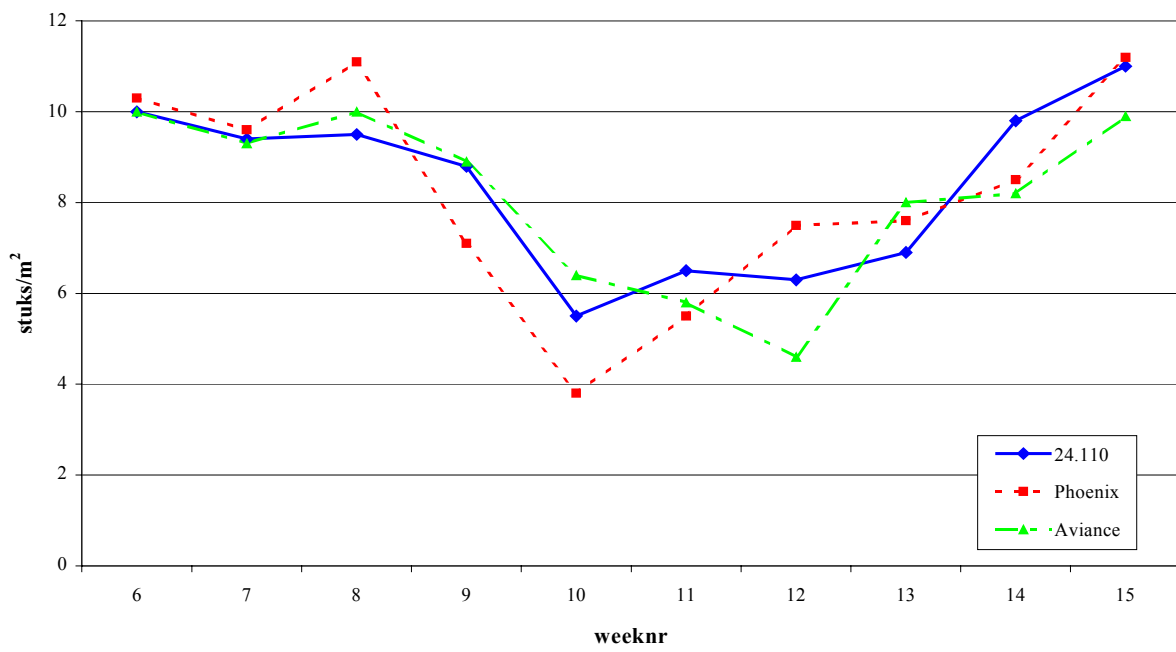
Tabel 31: Uitgevoerde bespuitingen met middelen tegen ziekten en plagen in de tweede belichte komkommerteelt in beide afdelingen.

Datum	Meeldauw	Trips	Witte vlieg
4/3	Fungaflor		
9/3	Fungaflor		
14/3	Fungaflor		

Bijlage 5

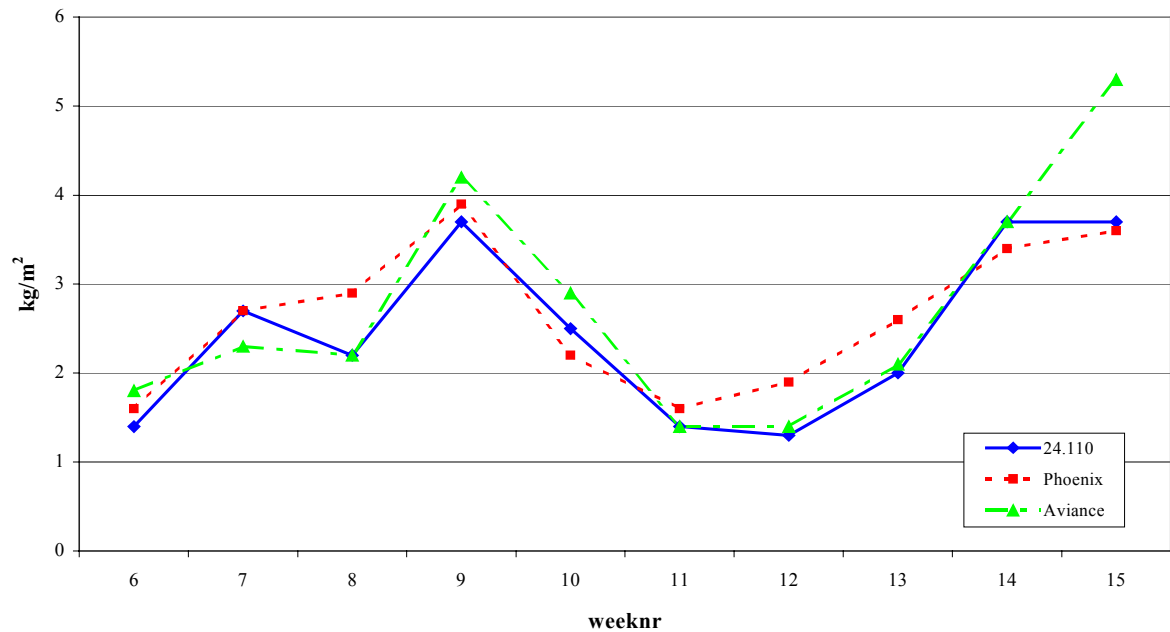


Figuur 13: Het aantal vruchten per m² per week bij **10 kLux** per ras bij de combinatie van een hoge plantdichtheid en hoge plantbelasting in de tweede teelt.

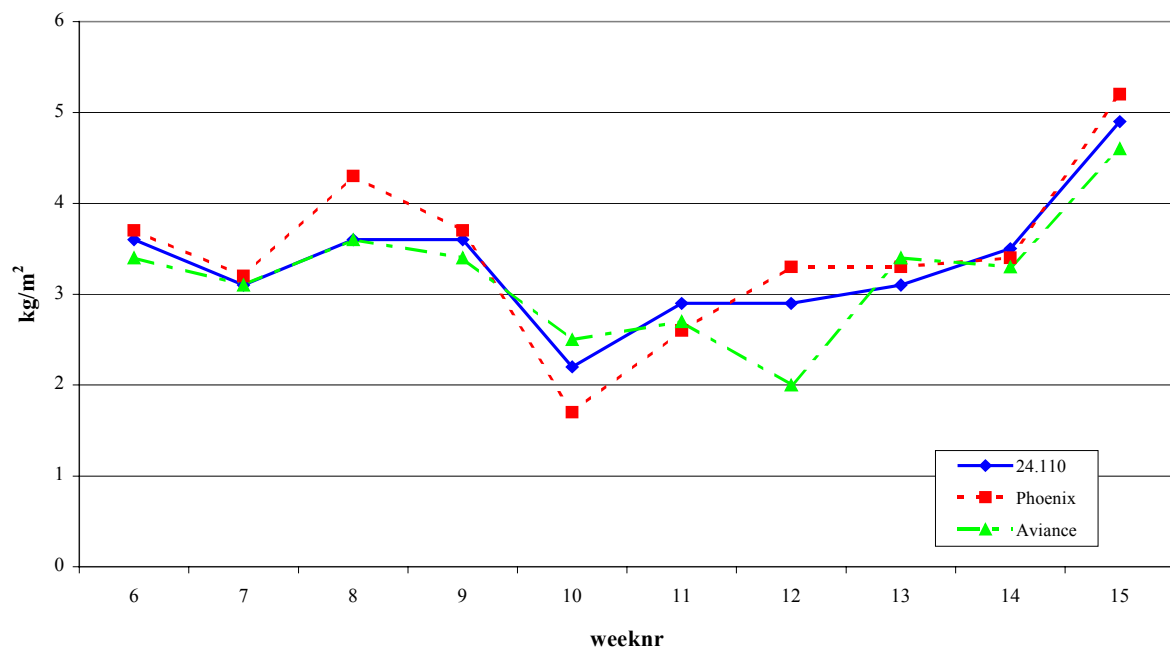


Figuur 14: Het aantal vruchten per m² per week bij **15 kLux** per ras bij de combinatie van een hoge plantdichtheid en hoge plantbelasting in de tweede teelt.

Bijlage 6



Figuur 15: Het aantal kilos per m² per week bij **10 kLux** per ras bij de combinatie van een hoge plantdichtheid en hoge plantbelasting in de tweede teelt.



Figuur 16: Het aantal kilos per m² per week bij **15 kLux** per ras bij de combinatie van een hoge plantdichtheid en

hoge plantbelasting in de tweede teelt.

Bijlage 7

Tabel 32: Enkele berekeningen op basis van het onderzoek met belichting van komkommers in de periode 1 oktober 2002 tot 15 april 2003.

	kLux	Energiekosten /m ² ¹⁾	Lampkosten /m ²	Kostprijs/m ²	Kg productie /m ²	Kostprijs/kg	Energiekosten /kg	Lampkosten /kg	% energiekosten van kostprijs	% lampkosten van kostprijs
Eerste teelt										
50% WKK	10	7,60	3,50	26,90	23,6 ^{**)}	1,14	0,322	0,148	28%	13%
50% WKK	15	11,04	5,25	33,69	29,4 ^{**)}	1,15	0,376	0,179	33%	16%
100% WKK	10	8,02	3,50	28,95	23,6 ^{**)}	1,22	0,340	0,148	28%	12%
100% WKK	15	11,83	5,25	36,94	29,4 ^{**)}	1,26	0,402	0,179	32%	14%
Tweede teelt										
50% WKK	10	7,76	3,30	29,24	26,5	1,10	0,293	0,124	27%	11%
50% WKK	15	10,86	4,95	35,55	33,3	1,07	0,326	0,149	30%	14%
100% WKK	10	7,82	3,30	30,67	26,5	1,16	0,295	0,124	25%	11%
100% WKK	15	11,33	4,95	38,31	33,3	1,15	0,340	0,149	30%	13%
Totaal 2 teelten										
50% WKK	10	15,36	6,80	56,14	50,1	1,12	0,306	0,136	27%	12%
50% WKK	15	21,90	10,20	69,24	62,7	1,10	0,349	0,163	32%	15%
100% WKK	10	15,84	6,80	59,62	50,1	1,19	0,316	0,136	27%	11%
100% WKK	15	23,16	10,20	75,25	62,7	1,20	0,369	0,163	31%	14%

¹⁾ Energiekosten zijn inclusief verwarmingskosten

^{**)} Productie bij optimale combinatie van behandelingen +20%